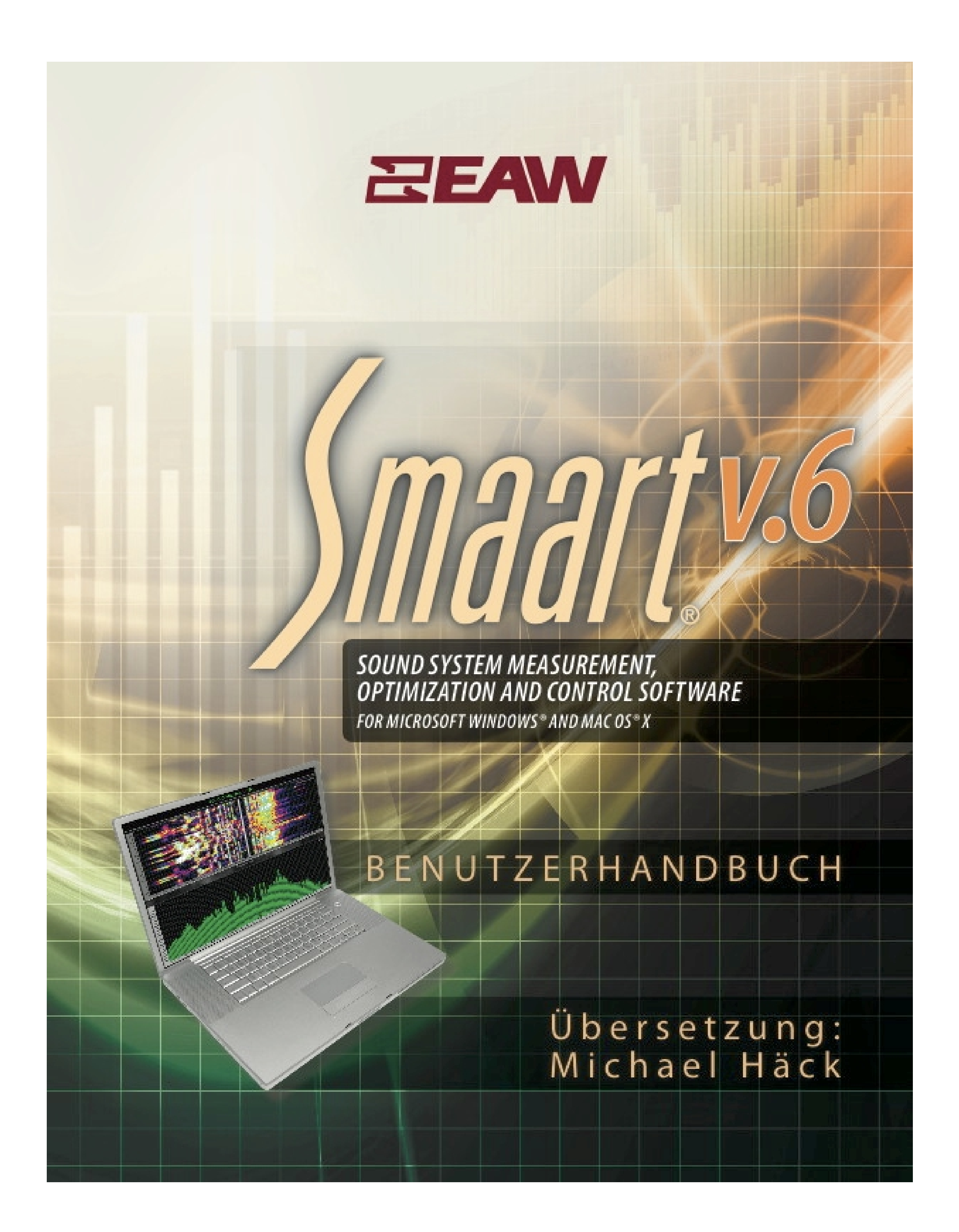

EAW
Smaart v.6
SOUND SYSTEM MEASUREMENT,
OPTIMIZATION AND CONTROL SOFTWARE
FOR MICROSOFT WINDOWS® AND MAC OS® X
BENUTZERHANDBUCH
Übersetzung:
Michael Häck

Manual written and edited by Calvert Dayton and Rob Wenig.

Manual design by Rob Wenig.

Cover design by Martin Lindhe.

Die Übersetzung erfolgte im Jahr 2008 mit freundlicher Genehmigung von EAW Software Company, Inc. durch:

Michael Häck AUDIOTEC
SMAART Vertrieb und Support
Rommerscheiderstr. 136
D – 51465 Bergisch Gladbach
Tel: 02202-249936
Fax: 02202-249938
Mobil: 0172-2635400
Mail: smaart@eaw-germany.de

Inhaltsverzeichnis

Liste der Abbildungen

Kapitel 1: Einführung

Seit seiner ersten Vorstellung in 1996 hat sich Smaart® fest als komplettes und meist verwendetes Softwareprodukt in der Pro-Audio-Industrie für Echtzeitmessung, Tonanlagen-Einmessung, Optimierung und Steuerung etabliert. Smaart führt zweikanalige FFT-basierende Audiomessungen in einer intuitiven, schnell benutzbaren Bedienoberfläche durch und integriert komfortable Messungen, Analysen sowie Datenerfassung.

Smaart 6 wurde von Grund auf neu programmiert und erhielt dadurch eine deutlich modernere Softwarestruktur, um das Potential moderner Mikroprozessoren und Multitasking Betriebssysteme ausschöpfen zu können.
Smaart 6 ist nun unter Mac OSX und Windows lauffähig und benutzt den gleichen vereinheitlichten Quellencode. Die bewährten Funktionen vorheriger Smaart-Versionen wurden übernommen. Außerdem kann Smaart 6 eine ständig wachsende Anzahl von fernsteuerbaren Entzerrern und DSP-Prozessoren kontrollieren.

1.1 Hardware Anforderungen

1.1.1 Computer

Laptop-Computer sind für den beweglichen Betrieb am bequemsten. Der Computer mit laufendem Smaart 6 muss folgende Mindestanforderung erfüllen:

Windows Konfiguration

- **Betriebssystem**: Windows 2000 oder XP (oder höher).
- **CPU**: 1 GHz oder schneller, Intel Pentium oder kompatibel.
- **RAM**: 512 MB bis 1 GB.
- **Video**: AGP oder PCI Express Grafikkarte mit mind. 32 MB RAM.
- **Bildschirm**: 1024 x 768 pixel mit 24/32-bit Farben.
- **Soundkarte**: Windows-kompatibel (Wave/WDM oder ASIO) mit Stereo-Linepegelinput, 16-bit/44.1 kHz to 24-bit/96 kHz Samplerate, voller Duplexbetrieb (gleichzeitiges Abspielen und Aufnehmen).

Macintosh Konfiguration

- **Betriebssystem**: Mac OS X 10.4 (Tiger) oder höher.
- **CPU**: Apple Macintosh CPU mit mindestens 1 GHz oder schnellem G4, G5 oder Intel Microprozessor.
- **RAM**: 512 MB bis 1 GB.
- **Video**: AGP or PCI Express Grafikkarte mit mind. 32 MB RAM.
- **Bildschirm**: 1024 x 768 pixel mit 24/32-bit Farben.
- **Soundkarte**: Apple Core Audio kompatibel mit Stereo-Linepegel Eingang, 16-bit/44.1 kHz bis 24-bit/96 kHz Samplerate, voller Duplexbetrieb (gleichzeitiges Abspielen und Aufnehmen).

Computer Soundkarte

Smaart adressiert die Soundkarte des Computers nicht direkt. Seitdem Audiodaten durch plattform-native oder Audio API´s von Drittherstellern erstellt werden, sollte Smaart mit praktisch jedem Audio Ein-/Ausgabegerät arbeiten, das mit Windows und Mac Betriebssystemen kompatibel ist. Da nur die A/D und D/A Funktionen des Computers wirklich verwendet werden, funktioniert Smaart 6 mit einer breiten Vielzahl von Computern und werkseitig eingebauten Soundkarten der Desktop- sowie Laptopgeräten. Externe Interfaces mit USB, PCMCIA und FireWire-Schnittstellen, sowie einige kombinierte hochwertige A/D- und D/A Konverter mit Mikrofon Vorverstärker sind ebenfalls sehr gut zu gebrauchen.

Zwei unabhängige externe Linepegel Eingangskanäle (manchmal als eine Stereobuchse vorhanden) werden für die Übertragungsfunktion und Impulsantwortmessung benötigt. Die Soundhardware muss in der Lage sein, simultan den internen Signalgenerator von Smaart als Signalstimulus für die Messungen abzuspielen und aufzunehmen.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, **nicht** den internen Mikrofoneingang eines Computers für die Messungen zu benutzen. Stattdessen bietet sich z.B. ein kleines externes Mischpult mit Lineausgängen an, die dann mit dem Lineeingang des Computers verbunden werden.

Smaart 6 macht keinen Gebrauch von der synthesischen Fähigkeit der Sound Hardware. Die relevanten Faktoren für die Smaart 6 Applikationen sind maximale Samplerate (z.B. 48kHz), Sampling Auflösung (z.B. 24-bit), und Rauschabstand (z.B. 100dB). Wenn der Computer keine Soundhardware hat, keinen Linepegel-Stereoeingang besitzt oder aus anderen Gründen problematisch zur Durchführung von Messungen ist, sollte externe Audiogeräten zurückgegriffen werden. Dabei sind folgende Audioeigenschaften sehr wichtig:

- Simultane Fähigkeit von Abspielen und Aufnahme (Duplexbetrieb)
- Zwei unabhängige Eingangskanäle mit Linepegel
- 16- bis 24-bit Sample Auflösung
- Digitaler Input um externen A/D Konverter zu gebrauchen (Option)
- Schaltbare Samplerate: Smaart 6 unterstützt Sampleraten von 5512Hz bis 96kHz. Die Audiogeräte müssen wenigstens eine der gebräuchlichen Smaart Sampleraten: 44.1kHz, 48kHz und 96kHz unterstützen.

1.1.2 Messmikrofon

Ein Messmikrofon ist notwendig, wenn alles außer einem elektronischen Gerät gemessen werden soll. Da das Mikrofon sehr genau den akustischen Schalldruck in Spannung umwandeln muss, empfehlen wir ein Kondensatormikrofon mit Kugelcharakteristik und möglichst geradem Frequenzlauf. Die benötigte Phantomspannung kommt entweder vom Vorverstärker oder einer Batterie. Um genaue SPL-Messungen (Schalldruck) durchzuführen, ist ein Mikrofonkalibrator erforderlich.

1.1.3 Mikrofonvorverstärker

Der Mikrofonvorverstärker sollte die Phantomspannung liefern und kann ein externes Interface (USB, Firewire etc.) sein, ein kleines externes Mischpult oder aber auch das FOH-Pult sein. Dabei ist zu beachten, dass der Signalweg unbedingt neutral (ohne Entzerrer , Kompressor) gehalten wird.

1.1.4 Kabel und Verbindungen

Es sollten nur qualitativ professionelle Kabel, Adapter und Verbindungen innerhalb des Messaufbaus verwendet werden. Falls der Computer über eine 1/8" Stereobuchse verfügt, so sollte das Kabel auf 1/4" oder XLR aufgelöst werden.
Um die Tonanlage sowie das Messsystem zu speisen sind Y-Adapter von Vorteil, außerdem sind jegliche Adapter, um von unsymetrischen auf symetrische Verbindungen zu gelangen, nötig.

1.1.5 Nützliches Equipment

In Abhängigkeit der Messart oder dem Messaufbau ist die folgende Ausrüstung notwendig:

Mischer/Pegelregelmöglichkeit

Obwohl der relative Signalpegel bei vielen Computern selbst geregelt werden kann, ist es oft von großer Hilfe dieses mit externen Geräten zu bewerkstelligen.
Um möglichst schnell in der Lage zu sein, ein Signal zum Smaart Eingang bereitzustellen, kann ein externes kompaktes Mischpult oder ein Interface mit guten Vorverstärkern und Phantomspeisung den Messvorgang sehr beschleunigen.

Mikrofonkalibrator und/oder Schallpegelmesser

Um mit Smaart 6 präzise Schallpegelmessungen durchzuführen, muss das Messprogramm mit einem externen Referenzton kalibriert werden. Die bestmögliche Art dieser Kalibrierung geschieht mit Hilfe eines Mikrofonkalibrators der einen Referenzton (z.B. 1kHz) mit einem definierten Pegel (z.B. 94 dB) auf das Mikrofon steckend abgibt. Wenn dies nicht der Fall ist, kann auch mit Hilfe eines Schallpegelmessers eine Kalibrierung durchgeführt werden. Ein qualitativ guter Schallpegelmesser mit einem Signalausgang kann ebenso als Messmikrofon benutzt werden.

1.2 Smaart 6 Software Installation

Respektieren der Lizenzvereinbarung

Beachten Sie, dass wenn Sie Smaart 6 installieren, diese Installation Ihr Einverständnis mit der *Endbenutzerlizenzvereinbarung* verlangt. Wenn dem so ist, dann erklären Sie sich damit einverstanden, die legalen Bezeichnungen dieser Vereinbarung einzuhalten. Wir *weisen dringend* darauf hin, diese *Endbenutzerlizenzvereinbarung* zu lesen und möchten das Folgende hervorheben:

EAW Smaart 6 stellt dem Benutzer zwei gültige Lizenzen zur Verfügung. Diese können gleichzeitig auf zwei Computern installiert und benutzt werden.

Die Smaart 6 Installation- und Kopierschutzbestimmungen sollen helfen, diese Beschränkung zu erzwingen. Sie sollen keine Art von Härte für registrierte Benutzer verursachen oder einen legitimierten Gebrauch der Software verhindern. Wenn Sie Smaart 6 auf einer zweiten Maschine für Ihren eigenen Gebrauch anbringen müssen (z.B. auf Ihrem Bürocomputer und dem Laptop den Sie unterwegs benutzen), ist das zulässig. Führen Sie einfach die Erstinstallation auf dem zweiten Computer durch und registrieren die Installation bei my.eaw.com. Anschließend tragen Sie die zweite Maschinennummer ein. Somit sind beide Computer dauerhaft berechtigt, die Software Smaart 6 zu verwenden.

1.2.1 Erstinstallation

Bei der Installation von Smaart 6 auf dem Computer gibt es einen Zweiebenenprozess. Die Erstinstallation bringt eine temporäre Kopie der 30-Tage Version auf den Computer, damit ein sofortiges Arbeiten möglich ist. Um diese in eine permanente Version zu wandeln, wird bei EAW eine *Schlüsseldatei* für diese Maschine erstellt.

Das Installationsprogramm (Mac und PC) sollte nach dem Einlegen der CD automatisch starten. Wenn das nicht der Fall ist, muss im Ordner der CD ein Doppelklick auf das **Setup** Programm erfolgen.

Achtung: Wir weisen ausdrücklich darauf hin, alle Programme sowie Anti-Virus und System Monitor Software bei der Installation zu schließen.

1. Wenn das erste Dialogfenster aufspringt, klicken Sie auf **Unlock Now** um mit der Registrierung zu beginnen.

   Klicken Sie **Continue** um Smaart während der 30-Tage Version zu erproben. Um eine Lizenz der Demo-Version zu kaufen, klicken Sie **Purchase Smaart**. Anschließend werden Sie zu unserer Webseite geleitet, um die Installation auszuführen.

   Später bei der Registrierung müssen Sie die Maschinennummer des jeweiligen Computers eingeben, die Sie unter ***About Smaart*** unter ***Smaart*** (Mac OSX) finden. In Windows (PC) wählen Sie bitte ***Help*** > ***About Smaart***.

2. Wenn Sie von diesem Computer aus Zugang zum Internet haben, klicken Sie z.B. **Unlock Online**. Wenn Sie keinen Zugang mit diesem Computer haben, klicken Sie auf **Unlock with Keyfile,** um die notwendigen Informationen von einem Computer mit Zugang zu unserer Webseite zu überbringen. Schreiben sie ihre Maschinennummer auf, bevor Sie den anderen Computer benutzen.

3. Tragen Sie Ihre vorhandenen EAW Kontoinformationen ein und eröffnen Sie ein neues EAW Konto. Dieses ermöglicht Ihnen, sich auf www.my.eaw.com einzuloggen und Ihre Smaart Installationsinformationen einzusehen. Dies ist sehr nützlich wenn Sie z.B. Smaart neu installieren müssen.

4. Klicken Sie **Unlock Now**.

Nachdem die Installation erfolgreich durchgeführt wurde, starten Sie Ihren Computer neu, wenn Sie dazu aufgefordert werden. Ansonsten können Sie beginnen mit Smaart 6 zu arbeiten.

Wenn es während oder nach der Installation Probleme gab, schauen Sie bitte im Kapitel 6 unter: *Fehlersuche.*

1.3 Smaart 6 Signal I/O

Diese Sektion beschreibt, wie die Hardware erkannt wird und die Pegel eingestellt werden.

1. Seien Sie sicher, dass Ihr Computer die Soundkarte erkennt.
2. Verbinden Sie das externe Audiogerät.
3. Starten Sie Smaart 6.
4. Selektieren Sie die gewünschten Audio Ein- und Ausgänge im Reiter **Options** > **Audio I/O**.

   Der Optionendialog erscheint mit selektiertem Audio I/O.

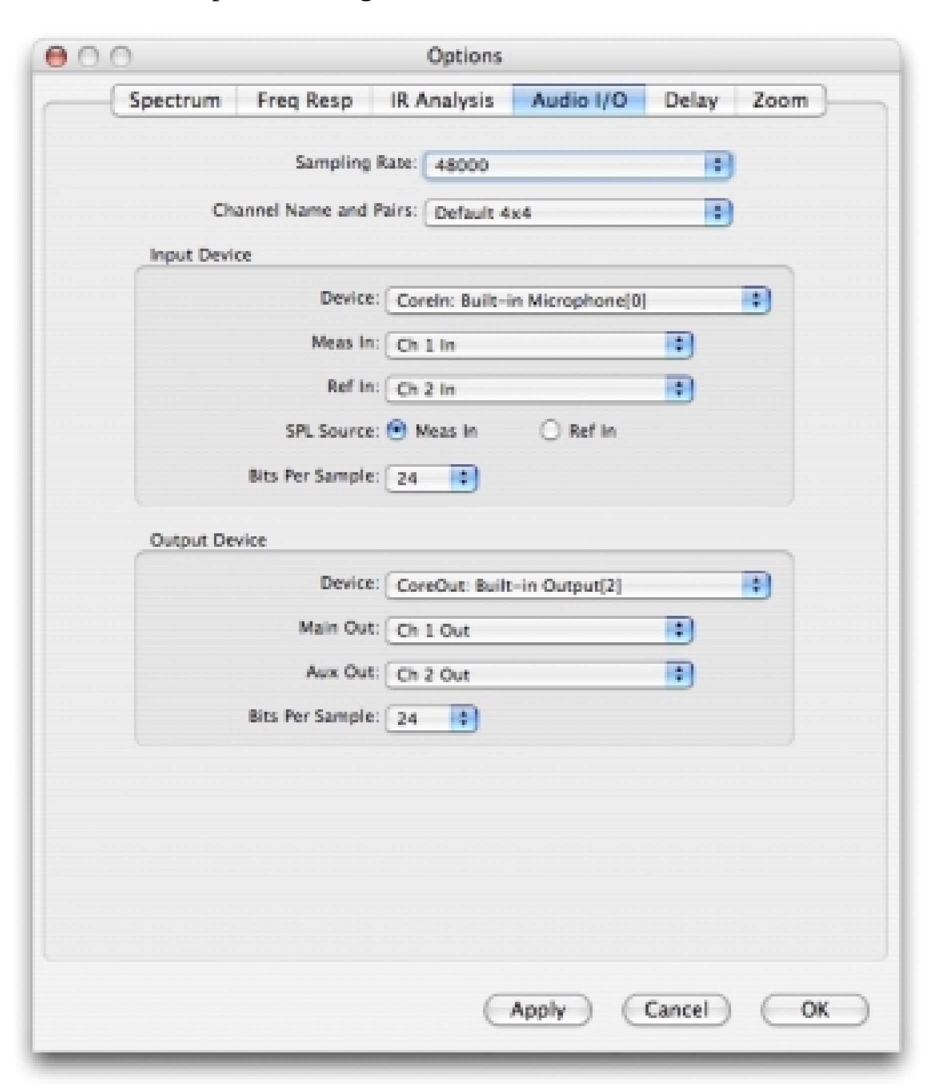


Bild 1-1 Audio I/O Reiter des Optionendialogfensters

5. Selektieren Sie Eingangs- und Ausgangsgeräte mit Hilfe des Auswahlfensters im Menü **Input Device / Output Device**. Alle Soundkarten die an Ihrem Computer angeschlossen sind werden in diesem Auswahlfenster angezeigt.

6. Selektieren Sie die gewünschten Eingangskanäle für Ihr Mess- und Referenzsignal mit Hilfe des Auswahlfenster **Meas In / Ref In**. Im Stereoeingang wird typischerweise Links = **Meas In** und Rechts = **Ref In** ausgewählt.

7. Selektieren Sie die Ausgangskanäle von der Liste **Main** und **Aux**.

8. Selektieren Sie die gewünschte Eingangs/Ausgangsauflösung in dem Menü **Input/Output Device Bits Per Sample.** Die Auflösung kann **16, 18, 20** oder **24 Bit** betragen.

9. Verbinden Sie nun die Geräte mit Ihrer Soundkarte oder Vorverstärker und Smaart wird die Signale korrekt verarbeiten.

Viele Soundkarten verwenden interne Strukturen, um verschiedene Eingänge zum Hauptausgang zu mischen oder um Eingangskanäle zu selektieren. Diese Option muss möglicherweise konfiguriert werden, damit Ihre Soundkarte den Linepegeleingang und den Waveausgang bereitstellt. Öffnen Sie den Windowsmischer mit Hilfe des Kurzbefehls **Alt+V**.
Der interne Signalgenerator startet in der Grundeinstellung mit -30dB, um die angeschlossenen Geräte nicht zu beschädigen oder den Eingangspegel zu übersteuern.
Der Pegel muss im Anschluss zusammen mit der Soundkarte und den externen Geräten auf einen richtigen Arbeitspegel eingestellt werden.

X



√



X

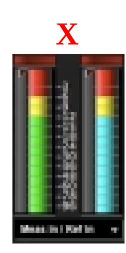


Bild 1-2 Eingangspegel: zu wenig (links), richtig (mitte), zu viel (rechts)

Der Eingangspegel sollte zwischen -12 und -6dB für die üblichen Messungen betragen. Er muss genau justiert werden, damit zum Einen die A/D Wandler nicht „Clippen“ und zum Anderen ein gutes Rauschabstandsverhältnis besteht. In Smaart 6 werden auf dem Meter die Eingangspegel der Soundkarte im *Peak*-Modus angezeigt.
Wenn Ihr Computer sowohl einen Mikrofon und einen Lineeingang besitzt, dann achten Sie unbedingt darauf, keinen Linepegel in den Mikrofoneingang zu schicken.
Aufgrund der meist schlechten Qualität eines Mikrofoneingangs, raten wir immer zu einem Lineeingang bzw. externen Vorverstärker in Form eines Mischpultes oder USB / FireWire-Interface mit integrierter Phantomspeisung.

1.4 Vorstellung der Benutzeroberfläche

Die Smaart 6 Oberfläche ist so aufgebaut, dass die wichtigsten Funktionen für eine Tonanlagen-Optimierungsapplikation mit jeweils einem Mausklick zu erreichen sind. Fast alle Funktionen arbeiten als Steuerung im Hauptfenster. Die Anzeigefenster der Messung und deren Parameter werden mit Aufklapplisten angezeigt, um verschiedene Optionen auszuwählen. Bei einem Klick auf das SPL- oder Generatoranzeigefenster, öffnet sich das dazugehörige Menü. Wenn man auf das Anzeigefenster der Verzögerung klickt, öffnet sich das Fenster, um die exakte Verzögerungszeit einzugeben. Wenn Sie z.B. mit gedrückter Maustaste den Cursor über das Anzeigefenster der Phase ziehen, können Sie somit auf der X- oder Y-Achse zoomen. Jede Anzeigegrafik kann mit dem entsprechenden Datentyp durch einen Mausklick angezeigt werden. Auch die Eingangspegelanzeige hat eine Doppelfunktion: wenn auf eine der beiden Meter geklickt wird, erscheint entweder die Signalkurve des Messkanals oder des Referenzkanals im RTA-Modus.

Auf der rechten Seite des Anzeigebereichs gibt es zwei Tasten für die Hauptmessanzeigen: Spektrum oder Frequenzganganzeige. Beim Anklicken der Tasten wird das Hauptfenster aufgeteilt und die damit verbundenen Diagramme werden angezeigt. Mit der Taste **Spectrum** sind das Spectrograph und RTA, wenn die Taste **Freq. Resp.** geklickt wird, sieht man das Phasen- und Frequenzgangfenster. Beim Klicken auf die kleinen Dreiecke an der rechten Seite kann man verschiedene Optionen für das entsprechende Fenster einstellen. Um zwischen den beiden Anzeigearten hin und her zu schalten, benutzt man den Tastaturkürzel **S** oder **F.**

Der Rest dieses Abschnitts stellt die Smaart 6 Benutzeroberfläche vor. Siehe auch Kapitel 5: *Smaart 6 Befehle* für die detaillierte Beschreibung des Menüs und deren Einstellungen.

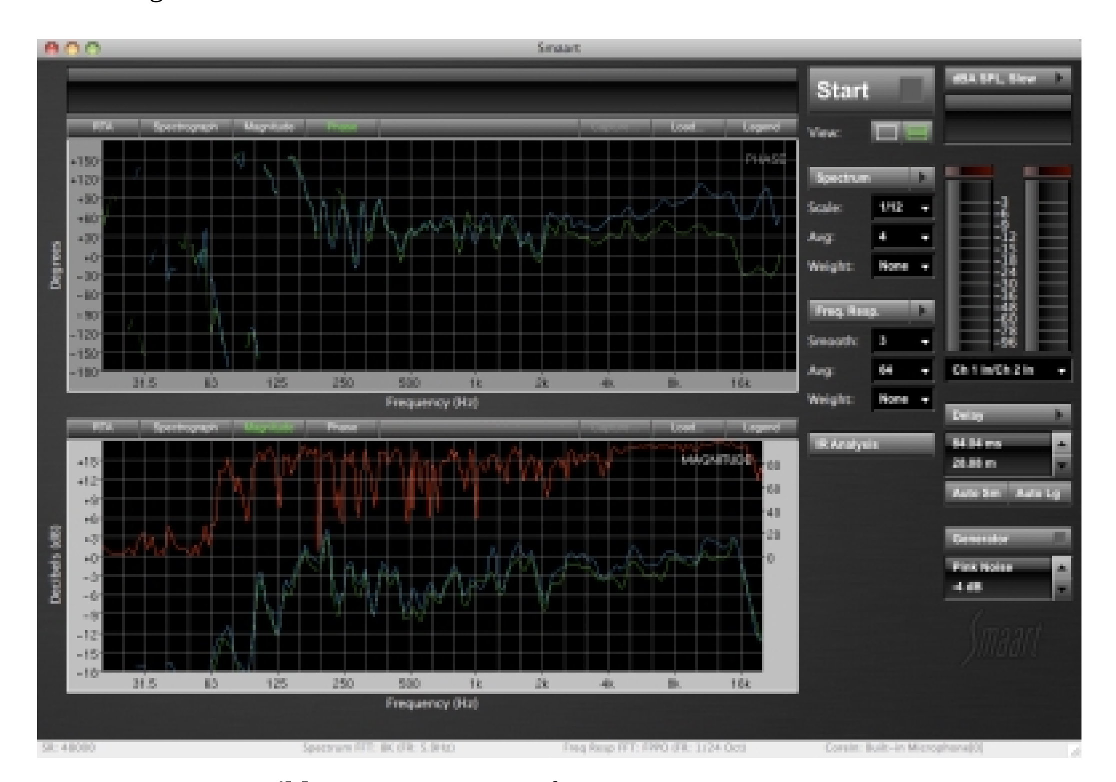


Bild 1-3 Smaart 6 Hauptfenster

1.4.1 Die Menüanzeige

In Smaart sind die meistgebrauchten Befehle und Funktionen in den jeweiligen Fensterkontrollen zu finden oder können als Tastaturkurzbefehle ausgeführt werden. Alternativ können diese Funktionen auch über die Ausklappfenster der Menüanzeige aufgerufen werden, wobei sich hier noch weitere Optionen befinden.



Bild 1-4 Menüanzeige (das Menü *External Devices* gibt es nur für den PC)

1.4.2 Der Anzeigebereich

Der grösste Bereich in Smaart wird von der Anzeige des jeweiligen Datenfensters eingenommen. Siehe auch Kapitel 3: *Anaylse- und Anzeigearten* für weitere Informationen.

1.4.3 Ablesen der Cursoranzeige

Beim Ablesen der aktuellen Cursorposition im Anzeigefenster werden verschiedene numerische Daten wie Amplitudengröße, Frequenz, Zeit, oder Phase je nach ausgewähltem Fenstermodus abgebildet.
Wenn der gelockte Cursor aktiv ist, wird auch dessen Wert sowie die Differenz zum beweglichen Cursor angezeigt (Seite 68).

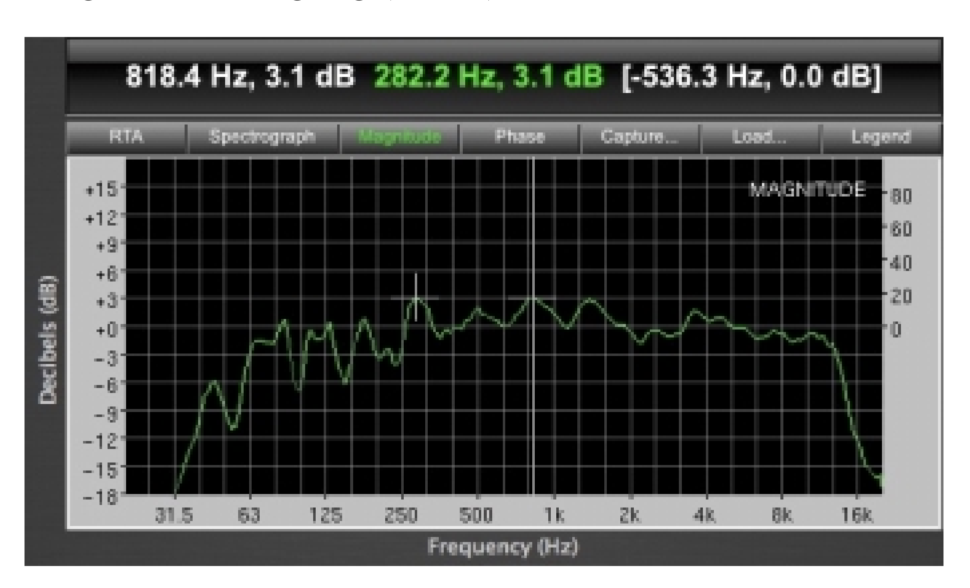


Bild 1-5 Cursorablesung

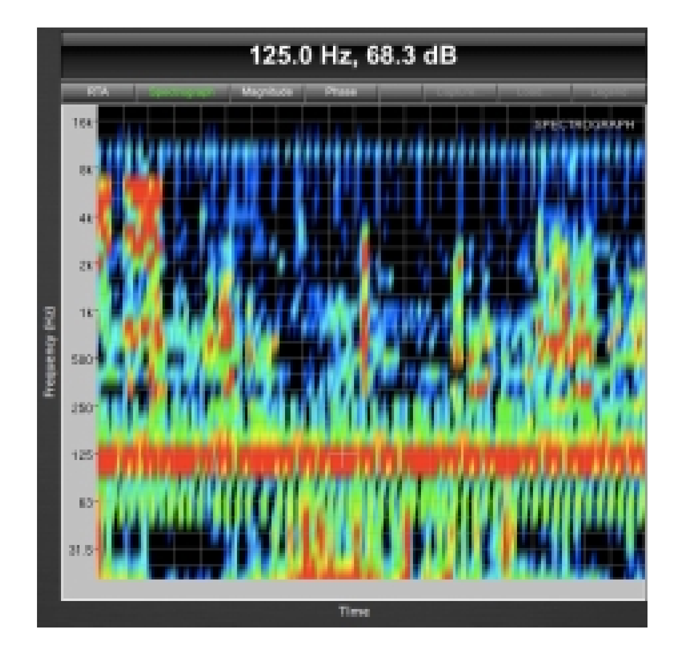
1.4.4 Start/Stopp Tasten

Im Echtzeitmodus wird die Messung mittels der Start/Stopptaste des Smaart 6 Analyser´s gestartet bzw. gestoppt.

1.4.5 Tasten der Messmethoden

Die drei Hauptmessarten von Smaart können mit einem Mausklick der folgenden Tasten aktiviert werden:

- **Spectrum**: siehe *Spektrummessung* auf Seite 38.
- **Freq.Resp.**: siehe *Frequenzgangmessung* auf Seite 44.
- **IR Analysis**: siehe *Impuls und Verzögerungsmessung* auf Seite 52.



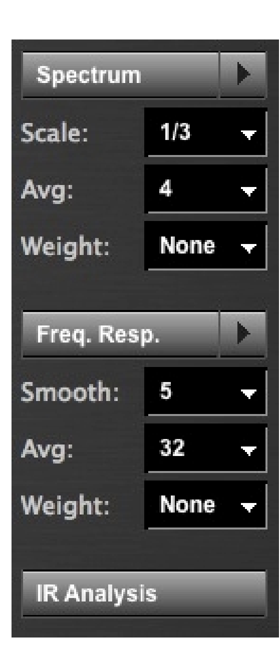


Bild 1-6 Spectrographfenster (links) und Messmethoden Tasten (rechts).

1.4.6 Anzeigenkontrolle

Die **RTA, Spectrograph, Magnitude** und **Phase** Tasten in der oberen Zeile des Anzeigefensters zeigen unterschiedliche Informationen an, die sich auf die Daten des gleichen Eingangs beziehen.

1.4.7 Referenzkurvenkontrolle



Bild 1-7 Sichern- und Laden-Tasten

Die **Capture** und **Load** Tasten speichern und zeigen RTA, Frequenzgang sowie Phase an. Siehe *Speichern und Laden von Messdaten* auf Seite 60.

1.4.8 Der Signalgenerator

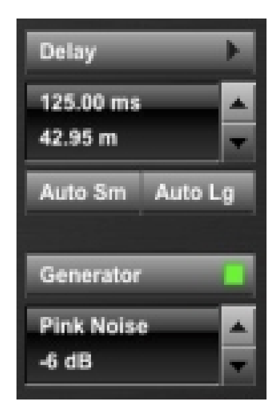


Bild 1-8 Signalgenerator und Verzögerungskontrolle

Beim Klicken auf die Taste **Generator** wird dieser aktiviert und zeigt diesen Zustand mit einer grünen Leuchte an. Um den Signalgenerator zu konfigurieren:

1. Klicken Sie in das Fenster, in dem der derzeitige Signalgeneratortyp (Pink Noise) angezeigt wird.

   Das folgende *Signal Generation* Fenster öffnet sich:

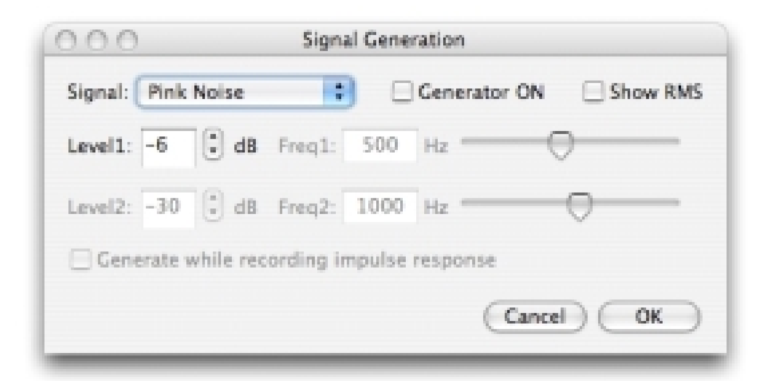


Bild 1-9 Signalgenerator Dialogfenster

2. Selektieren Sie einen der Signaltypen und dessen Pegel.

3. Spezifizieren Sie die Frequenz für einen einfachen Sinuston (**Freq1**) oder zwei (**Freq1** und **Freq2**) für einen zweifachen Sinuston.

4. Benutzen Sie die Pfeiltasten rechts neben der Anzeige **Level1** (und **Level2** wenn **Dual Sine** ausgewählt ist), um den Pegel zu setzen und die Schieberegler, um die jeweilige Frequenz auszuwählen. Man kann die Werte auch direkt in die jeweiligen Felder eintippen.

5. Schalten Sie den Generator mit der Taste **Generator ON** ein.

6. Klicken Sie auf **OK** um das Fenster wieder zu schließen.

1.4.9 Interne Verzögerungskontrolle

Die **Delay** Kontrolle (**Bild 1-8**) stellt den Zugang zu Smaart 6 interner Signalverzögerung bereit. Diese Verzögerung kann bis zu 750ms (in 0.1ms Schritten) für einen der beiden Eingangskanäle betragen. Um die gewünschte Zeit zu verändern kann man entweder die Aufwärts oder Abwärtspfeile im **Delay** Fenster betätigen oder nach einem Klicken auf die **Delay** Taste den Wert in dem sich öffnenden Dialogfenster manuell eingeben.

Automatische Verzögerungspunkt Taste

Die **Auto Sm** und **Auto Lg** Tasten (**Bild 1-8**) aktivieren in Smaart den automatisch berechnenden Verzögerungsmodus bei dem entweder das Preset mit einem kurzen oder langem Zeitfenster angewählt werden kann. Siehe *Automatic Delay Locator*
auf Seite 55.

1.4.10 Signalpegel/SPL Anzeige und Eingangspegelanzeige

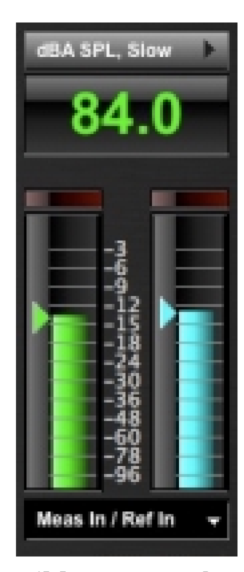


Bild 1-10 Signalpegel, SPL und Eingangspegelanzeige

Das Pegelfenster liest die anliegenden Pegel numerisch aus und kann, wie oben zu sehen, kalibriert werden, um SPL Bewertungen zu ermitteln und abzuspeichern.

Die Pegelanzeige der beiden Eingangskanäle zeigt den Wert in Relation zur maximalen Eingangsspannung (in Bezug auf 0dB) für die entsprechend selektierten A/D Konverter an. Jede Anzeige beinhaltet eine aufleuchtende Klippanzeige, für den Fall, bei der die maximale Spannung der A/D Konverter überstiegen wird.
Mit einem Klick auf die **Meas In** oder **Ref In** Balkenanzeige können die Signale im RTA-Modus in den Vorder/ oder Hintergrund gelegt werden.

1.5 Wie benutzte ich dieses Handbuch

EAW hat erhebliche Zeit und Resourcen in dieses Smaart 6 Handbuch investiert. Wir erkennen, dass unsere Kunden einen großen Bereich an unterschiedlichen Erfahrungen besitzen. Somit wurde versucht, dieses Handbuch so zu gestalten, daß es für Jedermann verständlich ist. Selbstverständlich macht es mehr Spaß, Smaart 6 zu verwenden, anstatt darüber zu lesen. Wir sind allerdings davon überzeugt, dass Ihre wertvolle Zeit dieses Handbuch zu lesen, belohnt wird.

Aufbau des Handbuches

Die erfahrenen Smaart 6 Benutzer können dieses Handbuch als Referenz betrachten, um sich bestimmte Themen näher anzuschauen. Wie auch immer, das Handbuch ist so strukturiert, dass es der Reihe nach gelesen werden sollte, um die bestmöglichen Informationen über Smaart zu erhalten und davon zu profitieren.

Das Handbuch beinhaltet die folgenden Kapitel:

- **Kapitel 1**: ***Einführung*** bespricht die Hardware Anforderungen, Installation und stellt die Benutzeroberfläche vor.
- **Kapitel 2: *Konzepte, Glossar und Bibliographie*** stellt die notwendige Terminologie vor um Smaart 6 zu verstehen. Es schließt ein Glossar (Seite 31) und eine Bibliographie (Seite 34) ein.
- **Kapitel 3: *Analyse und Anzeigearten*** bespricht die verschiedenen Anzeige- und Messmethoden in Smaart 6.
- **Kapitel 4: *Applikationen*** stellt Beispiele von den wesentlichsten Anwendungen in Smaart 6 vor.
- **Kapitel 5: *Smaart 6 Befehle*** bespricht alle Menübefehle einschließlich der Parameter in den Dialogfenstern.
- **Kapitel 6: *Fehlersuche*** bespricht die allgemein auftretenden Probleme und das Verfahren diese zu bestimmen und zu lösen.

Tastatur Kurzbefehle

Ctrl/Cmd bedeutet unter Windows die Control (Ctrl) oder unter Mac die Befehls-Taste (auch als Appletaste bekannt). Ähnlich bezieht sich **Alt/Opt** auf die Alt-Taste unter Windows oder die Option-Taste auf der Mac Tastatur. Linksklick bezieht sich auf eine Zweitastenmaus unter Windows und kommt unter Mac einem normalen Mausklick gleich.

Sehen Sie die komplette Liste der *Tastatur Kurzbefehle* auf Seite 103.

Benutzung des PDF

Das portable Dokumentformat (PDF) dieses Handbuches ist ein wertvolles Werkzeug, um als *Hilfe* beim Verwenden von Smaart 6 immer effektiv bereitzustehen. Wir haben einige nützliche Annehmlichkeiten eingeschlossen, um Ihren Lern- und Erforschungsprozess zu unterstützen.

Notiz: *Wir gehen davon aus, dass Windows Benutzer Acrobat Reader und Mac Benutzer entweder Acrobat oder Vorschau verwenden.*

- Die *Lesezeichen*, die auf der linken Seite unter Acrobat oder auf der rechten Seite unter Vorschau angezeigt werden, bilden eine kontinuierliche sichtbare Tabelle. Wenn das Dokument zum ersten Mal geöffnet wird, sind die Hauptkapitel noch geschlossen. Bei einem Klick auf die kl. Dreiecke“ (Mac) oder „ + “ unter Windows, öffnen sich die Unterkapitel und beim nochmaligen Klicken auf ein Stichwort wird man sofort auf die Seite geleitet.

- Das Inhaltsverzeichnis und die Liste der Abbildungen sind aktive *Links* zu den jeweiligen Seiten. Selektieren Sie den Handcursor und bewegen Sie ihn über eine Überschrift, bis er sich zu einem Finger verwandelt. Anschließend klicken Sie darauf und Sie werden zu dieser Seite weitergeleitet. Bitte beachten Sie, dass einige Überschriften nur über ihre Zahl und nicht deren Text aktiv sind (d.h. Liste der Abbildungen).

- Alle Querverweise sind aktive *Links.* Verschieben Sie den Handcursor über den Hinweis, bis er zu einem Finger wird. Beim Anklicken folgen Sie diesem Hinweis.

- Verwenden Sie die linken und rechten Pfeiltasten zur Navigation, um zwischen den Ansichten zu wechseln. Dies ist eine großartige Möglichkeit, einem Querverweis zu folgen, um anschließend wieder auf die Ausgangsseite zurückzukehren.

- Verwenden Sie die Suchfunktion als *schnellen Index*, der so effektiv wie der reale Index auf Seite 111 ist. Um nach einem Schlüsselwort zu suchen, drücken Sie **Ctrl + F** (Windows) oder **Cmd+F** (Mac; Cmd >Apple Taste).

- Benutzen Sie das Vergrößerungswerkzeug (Lupe), um die Seite größer oder kleiner zu zoomen. Dies ist sehr hilfreich, um z.B. Grafiken besser zu überprüfen oder die Textgröße zur besseren Lesbarkeit anzupassen.

Kapitel 2: Grundlagen, Glossar und Literaturverzeichnis

Dieses Kapitel definiert die Grundlagen und Begriffe, die in Smaart 6 verwendet werden. Die Definitionen sind in Bezug auf Smaart 6 richtig aber beanspruchen keine komplette mathematische Vollständigkeit für sich. Ein Literaturverzeichnis wird am Ende des Kapitels für all jene zur Verfügung gestellt, die sich mit diesen Themen noch intensiver auseinandersetzen möchten.

2.1 Grundlagen

2.1.1 Dezibel

Das Dezibel (dB) ist eine Maßeinheit, die das logarithmische Verhältnis zwischen zwei gleichartigen Energien - Spannungsgrößen ausdrückt, die sich über einen weiten Bereich unterscheiden. Logarithmische Skalen sind im Audiobereich und der Akustik wegen des großen Pegelbereichs in Bezug auf die menschliche Hörfähigkeit in Schalldruck und zu den Frequenzen sehr nützlich. Die meisten Audiomessungen basieren auf Schalldruck und Spannung und werden in dB ausgedrückt. Das Bild 2-1 veranschaulicht, warum eine logarithmische Skala erforderlich ist.

Power Ratio	dB	Voltage Ratio	dB
.1	-10	.1	-20
.5	-3	.5	-6
1	0	1	1
2	3	2	6
10	10	10	20
100	20	100	40
1,000	30	1,000	60
10,000	40	10,000	80
100,000	50	100,000	100
1,000,000	60	1,000,000	120

Beachten Sie, dass 60dB , (dies ist ungefähr die Mitte der menschlichen Hörfähigkeit), ein Energieverhältnis von *1Million zu 1* entspricht. Ein häufiger Punkt der Verunsicherung betreffend Dezibel ist die Bedeutung 0dB. In Smaart 6 bedeutet 0dB:

- Bei einer Frequenzgangmessung wird der Unterschied des *Messsignal* zum *Referenzsignal* in dB Werten dargestellt. Wenn die Energie der beiden Signale bei einer gegebenen Frequenz gleich ist, so ist die Amplitudengröße bei dieser Frequenz 0 dB.

- Bei Frequenzen, bei denen das Messsignal *mehr* Energie als das Referenzsignal hat, ist die Übertragungsfunktion *positiv* in dB Werten. Hat das Messsignal *weniger* Energie, so wird der Wert *negativ* in dB angezeigt.

- In Bezug auf die Signalpegelanzeige und die Referenzkalibrierung der vollen Skala (0 dBFS) bedeutet das den maximal möglichen Ausgangspegel des A/D-Wandlers des selektierten Eingangsgerätes. Alle Werte unter diesem Pegel werden als *n* dB unterhalb des Maximums angezeigt.

2.1.2 Schnelle Fourier-Transformation

Die schnelle Fourier-Transformation (FFT) ist ein Algorithmus zur schnellen Berechnung der Werte einer diskreten Fourier-Transformation (DTF), eine mathematische Technik, die verwendet wird, um einen Zeitbereich einer begrenzten Länge in einem Frequenzbereich zu errechnen. Das Ergebnis einer Fourier-Transformation ist ein Satz komplexer Zahlen, welche die Frequenz und die Phase des ursprünglichen Zeitbereichs darstellt. Eine FFT kennzeichnet also eine schnelle Umsetzung der DFT-Berechnung, in dem mathematische Abkürzungen benutzt werden. Somit werden die Computerberechnungen um einen erheblichen Zeitfaktor reduziert. Diese Technik erfordert, dass die Datenreihen des Zeitbereichs, die bei einer FFT verwendet wird, eine Potenz von 2 pro *Samples* aufteilt (z.B. 2^n Samples, wobei *n* eine Ganzzahl ist). Alle in Smaart 6 durchgeführten FFT`s sind Frequenztransformationen mit einer Zeitaufzeichnung von 2^n Samplelänge.

n	2^n
8	256
9	512
10	1024
11	2048
12	4096

Notiz: *Es ist zweifellos möglich, die Fourier-Transformation einer Zeitaufzeichnung mit einer willkürlichen Anzahl von Samples zu errechnen Jedoch wenn die Zahl nicht die Potenz von 2 hat, können die zusätzlichen Berechnungen die vom PC geleistet werden müssen, sehr groß werden, und dies würde in eine sehr langsame FFT resultieren.*

2.1.3 Mittelung

Wenn es asynchrone Testsignale wie Musik oder gelegentlich aufkommende Sprache bei einer FFT-Messung gibt, ist es von großem Vorteil, diese Daten zu mitteln. Eine Mittelung bedeutet:

- die Wahrscheinlichkeit einer sinnvollen Messung mit genügend Energie bei allen Frequenzen wird erhöht (gerade bei Musik);
- vereinfacht die Lesbarkeit des Frequenzinhaltes eines dynamischen Signals;
- hilft den möglichen Einfluss einer Fehlerquelle herabzusetzen, die eine einzelne FFT-Messung beeinflussen könnte.

Fast alle Mittelungen in Smaart basieren auf der RMS Mittelung, entweder linear (alle Daten werden gleichmäßig im Durchschnitt betrachtet), oder exponential (mehr Gewichtung auf die neuesten als zu den älteren Daten). Die lineare Mittelwertbildung verweist auch manchmal auf die *artithemische* Mittelung.
Smaart bietet eine lineare Berechnung von 1 (keine Mittelung) bis 128 Frames an. Es gibt auch eine *endlose* lineare Berechnung, die einen laufenden Durchschnitt im Analyser behält bis der Berechnungspuffer unterbrochen wird. Die Optionen **Fast** und **Slow**, die bei der Spektrum und SPL-Messung verfügbar sind, sind exponentiale Mittelungen.

2.1.4 Samplerate

Die Samplerate kennzeichnet die Zahl der *Samples* eines Audiosignals, die pro Sekunde genommen werden, um eine digitale Wellenform zu bilden. Das wichtigste Merkmal hierbei ist, dass die höchste messbare Frequenz limitiert ist. Die höchste Frequenz, die in einer digitalen Wellenform exakt dargestellt werden kann, entspricht genau der Hälfte der Samplerate. Diese Frequenz wird auch Nyquist Frequenz bezeichnet und ist nach Harry Nyquist benannt, der im frühen 20. Jahrhundert mit seiner Arbeit, die Geschwindigkeit und die Tragfähigkeit von Fernschreibern zu verbessern, bekannt wurde.
Zudem muss zusätzlich der *Aliasingeffekt* berücksichtigt werden, bei dem Frequenzanteile die höher sind als die Nyquist Frequenz, als niedrigere Frequenzen interpretiert werden. Aus diesem Grund wird ein Hochpassfilter mit hoher Güte nahe der Nyquist Frequenz gesetzt.
Die praktische Umsetzung des *Anti-Aliasingfilters* bedeutet, dass ca. 90% des verfügbaren Frequenzbereichs in die Messung einfließen.
CD´s laufen mit einer Standard Samplerate von 44.1 kHz. Professionelle digitale Audioaufnahmen arbeiten von 48 – 96 kHz. Computer Soundkarten benutzen meist Auflösungen die zwischen 48, 44.1, 22.05 oder 11.025 kHz wählbar sind. Smaart 6 kann alle diese möglichen Sampleraten verarbeiten und unterstützt als z. Zt. schnellste Samplerate 96 kHz.

2.1.5 Frequenzauflösung

Die *Frequenzauflösung* (Q) einer FFT ist gleich der Samplerate geteilt durch die FFT-Größe. Die Frequenzdatenpunkte in einer FFT werden linear entlang der Frequenzmittellinie in Abständen von Q Hz, von 0 bis zur Nyquist-Frequenz (1/2 der Samplerate) verteilt. Beispiel: bei einer Samplerate von 44.1 kHz und einer FFT mit einer Größe von 4096 (4k) wird eine Frequenzauflösung von 10.77 Hz erzielt. Dies bedeutet, dass in einem Bereich von 0 – 22.05 kHz jeweils ein Datenpunkt im Abstand von 10.77 Hz gesetzt wird.

Feste Datenpunkte pro Oktave (FPPO) Frequenzganganzeige

Ein Problem, das mit der linearen Verteilung der FFT-Datenpunkte verbunden ist, entsteht aus der Tatsache, dass wir Frequenzen *logarithmisch* hören. Menschliches Hören nimmt jede Frequenzverdoppelung als gleichen Abstand, einem *Intervall*, wahr. Jede höhere Oktave hat zweimal so viele Frequenzen wie die untere. Beim o.g. Beispiel, eine FFT mit einer Auflösung von 10.77Hz, sind in der unteren Oktave 31.5 – 63Hz nur drei Datenpunkte (die Mittelfrequenzen der beiden untersten Oktaven) und stellt damit eine sehr unbefriedigende Auflösung dar. In den zwei höchsten Oktaven, beträgt die Spannbreite der Mittelfrequenzen (8kHz – 16kHz) 8kHz und liefert mehr als 700 Datenpunkte. Wenn diese unter Verwendung einer logarithmischen Frequenzskala betrachtet werden, sind sie auf Grund ihrer hohen Dichte sehr schwer zu deuten.
Smaart 6 nimmt sich diesem Problem an, in dem es mehrfache FFT´s mit unterschiedlicher Samplerate und FFT-Fenstergröße berechnet, dann das Ergebnis kombiniert, um eine gleichbleibende Auflösung in jeder Oktave zu erzielen, ausgenommen hiervon sind die untersten beiden Oktaven. Die Auflösung im Echtzeitfenstermodus beträgt 24 Punkte pro Oktave oberhalb von 44Hz und jeweils 12 Punkte in den zwei unteren Oktaven.
Hierbei ist zu vermerken, dass beim Gebrauch von mehrfachen FFT´s ein längeres *Zeitfenster* in den Unteren und ein kürzeres Fenster bei hohen Frequenzen entsteht.

Frequenzauflösung und Oktavbandanzeigen

Für Spektrummessungen stellt die mehrfache FFT Technik, die bei Frequenzgangmessungen verwendet wird, wegen ihrer mathematischen Limitierung keine gute Option dar und darum wird bei der RTA-Darstellung mit einzelnen FFT´s gearbeitet.
Da die lineare Verteilung einer einzelnen FFT bei tiefen Frequenzen nur eine grobe Auflösung gegenüber hohen Frequenzen anzeigt, können diese Bänder keinen oder nur einen Datenpunkt enthalten, abhängig von den FFT Eingangsparametern.
Der breite Abstand zwischen den FFT Datenpunkten bei den niedrigen Oktaven erklärt auch die lückenhafte Anzeige bei einigen FFT-basierenden Analysern.
Smaart verwendet einen vorausschauenden Algorithmus, um Energie in die Bänder der niedrigen Frequenzen wirksam und richtig zu verteilen. Folglich ist es noch ratsam, die FFT Parameter so festzulegen, dass eine gute Frequenzauflösung bei tiefen Frequenzen zur Verfügung gestellt werden kann.

2.1.6 Rosa und Weißes Rauschen

Rosafarbenes und weißes Rauschen enthalten beide zufällige (oder pseudozufällige) Breitbandenergie. Sie werden als Signalquellen allgemein in der Audiomesstechnik verwendet.

Rosa Rauschen

Rosa Rauschen hat über die Zeitmittelung im *Oktavband* gemessen die gleiche Energie. Wenn man es in einem Oktavbandfenster anzeigt, erscheint sein Spektrum linear über die Frequenz. Wenn sein Spektrum jedoch logarithmisch *schmalbandig* angezeigt wird, *verringert* sich die Energie um -3dB pro Oktave.

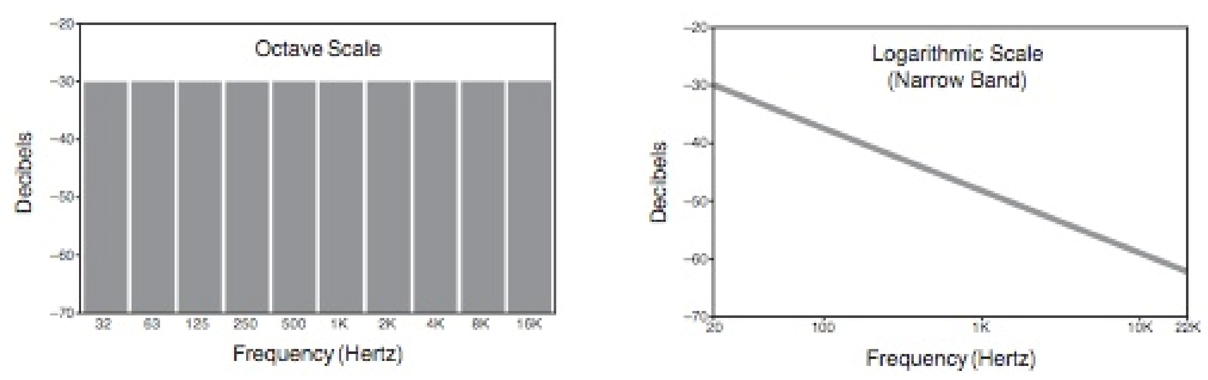


Bild 2-1 Rosa Rauschen als Oktavband (links) und logarithmische Skala (rechts).

Weißes Rauschen

Weißes Rauschen besitzt über die Zeit gemessen die gleiche Energie für jede *Frequenz*. Dies bedeutet im s*chmalbandig* angezeigten Fenster ein flaches Spektrum. Weil es aber pro Oktavband die doppelte Anzahl an Frequenzen hat, nimmt das Spektrum in der Oktavbandanzeige zu den hohen Frequenzen pro Oktave um 3dB zu.

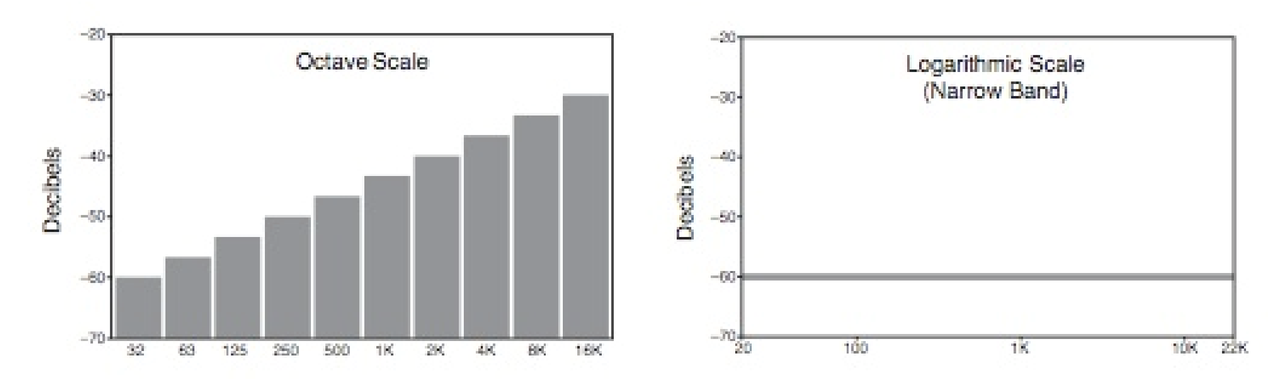


Bild 2-2 Weißes Rauschen als Oktavband (links) und logarithmische Skala (rechts).

Auswahl einer Rauschquelle

Die Unterscheidung zwischen Rosa Rauschen und Weißem Rauschen ist für Frequenzgangmessungen nicht wichtig. Die Übertragungsfunktion vergleicht die beiden Eingangssignale über einen gegebenen Frequenzbereich Punkt für Punkt. Der Unterschied ist dann wichtig, wenn eine einkanalige RTA Messung betrachtet wird:
wenn es im schmalbandigen Fenster flach angezeigt wird, handelt es sich um Weißes Rauschen. Ist es zu den hohen Frequenzen im schmalbandigen Fenster zunehmend abfallend, handelt es sich um Rosa Rauschen.

Notiz: *Weißes Rauschen wird oft bei der Messung elektronischer Geräte benutzt, es hat aber bei hohen Frequenzen soviel Energie, dass es bei hohen Pegel einen Lautsprecher durchaus beschädigen kann. Aus diesem Grund weisen wir ausdrücklich darauf hin, Weißes Rauschen* ***NICHT*** *fü**r** Messungen von Lautsprechersystemen zu benutzen.*

2.1.7 Datenfensterfunktion

Datenfensterfunktionen werden allgemein verwendet, um Rechenfehler zu verringern, die sich aus der Segmentierung der zufälligen Signale bei der Wandlung in FFT-Datensätze ergeben. Die FFT ist eine kreisende Funktion, die annimmt, dass das Signalsegment, das umgewandelt wird, sich unendlich wiederholt. Folglich können nichtkontinuierliche Durchgänge zwischen den Daten nahe am Anfang und dem Ende einer Datenreihe zu überhöhtem Rauschen und *„Löchern“* von Daten bei allen Frequenzen führen, während eine FFT von einem Signal gemacht wird.

Datenfensterfunktionen helfen dieses Problem zu vermindern, indem sie die Gewichtung von Daten im Bereich am Anfang und Ende verringern, bevor die FFT den Messzyklus durchführt. Obgleich diese Technik die Auswirkung von Unstimmigkeiten drastisch verringern kann, gibt es einige Kompromisse, die man, wenn man die exakte Form der verminderten Kurve einbezieht, feststellt. Eine Anzahl von Datenfensterfunktionen mit ihren verschiedenen Stärken und Schwächen sind in den Jahren entwickelt worden. Für die meisten Audioanwendungen funktionieren Fensterfunktionen mit Gaussschem Kegel am besten. Wir empfehlen, die Einstellung *Hanning Window* (auch *Hann Window* genannt) zu benutzen, es sei denn, Sie haben einen speziellen Grund, eine andere Art zu benutzen.

2.1.8 Impulsantwort

Eine Impulsantwort ist eine Antwort eines **Systems unter Test** (SUT) zu einer impulsiven Anregung. Das SUT kann ein elektronisches Gerät, ein Lautsprechersystem oder aber eine akustische Umgebung sein. In Smaart ist die Impulsantwort repräsentativ für die Zeitgröße der Übertragungsfunktion des Systems, oder auch die *System Indentifikation*. Für unseren Zweck bedeutet dies, dass ein Signal eine Veränderung erfährt, während es mit einem bekannten Signal das SUT durchläuft. Die Impulsantwort enthält eine Fülle von Informationen über das SUT, einschließlich seiner Laufzeit sowie des Frequenzgangs. Für ein akustisches System enthält sie auch Informationen über Reflexionen, Echo und Abklingverhalten.

Notiz: *Es ist sogar möglich mit der Impulsantwort eines Raumes/Systems als eine Art Filter, und einem trockenen Signal wie Musik oder Sprache, ein Gesamtsignal zu erzeugen, dass exakt so klingt, als würde man das Klangereignis in dem Raum und an der Position hören, an dem die Messung der Impulsantwort durchgeführt wurde.*

2.1.9 Übertragungsfunktion

Alle Frequenzgänge (Phase und Amplitude) und Impulsantworten in Smaart 6 beruhen auf einer mathematischen Kalkulation, die *Übertragungsfunktion* genannt wird. Die Übertragungsfunktion vergleicht ein *Referenzsignal* zu einem *Messsignal*, typischerweise den Ein/Ausgang eines Gerätes/Systems unter Test (DUT/SUT), wie Equalizer, Beschallungssysteme oder Räume. Smaart 6 benutzt die Berechnung der *Übertragungsfunktion* für Frequenzgang sowie Impulsantwortmessungen. Sie werden immer im Frequenzbereich unter Verwendung der FFT-Daten durchgeführt. Die Ergebnisse der Berechnungen werden entweder im Frequenz - oder Zeitbereich dargestellt, abhängig vom Anzeigemodus in Smaart 6.

Die Frequenzganganzeige stellt die Ergebnisse der Übertragungsfunktion im Frequenzbereich als Amplitude und Phase des SUT dar. Im *Impulse Modus*, berechnet Smaart 6 zunächst die Übertragungsfunktion, in dem es lange FFT´s benutzt. Danach wird das Resultat zurück in den Zeitbereich transformiert. Diese zwei Arten der Frequenzgangmessung ergänzen sich.

Das Referenz- und das Messsignal müssen zwingend zeitlich angepasst sein, um eine gültige Frequenzgangmessung durchzuführen. Dabei wird die Messung der Impulsantwort benutzt, um die Laufzeitverzögerung der beiden Signale zu bestimmen.

2.1.10 Kohärenz

Die Kohärenzanzeige in Smaart 6 repräsentiert eine komplexe mathematische Funktion, die benutzt wird, um die Kohärenz der beiden Signale festzustellen. Smaart zeigt die Werte in Prozent von 0 – 100 an, anstatt als Zahl von 0 - 1, weil viele Personen es so als praktischer empfunden haben. Die Kohärenz von zwei FFT´s, die mit den gleichen Eingangsparametern gemessen werden, ist immer 1. Nur wenn diese Signale über einen Zeitraum gemittelt werden, in der Nichtlinearitäten auftreten, ist das Kohärenzmerkmal bei einer Mittelung von 1, ausgeschaltet. Die Gesamtkohärenz neigt zur *Abnahme* wenn die Zahl der Mittelung *steigt*.

Zusätzliche Faktoren, die die Kohärenz nachteilig beeinflussen können, sind Verzögerungen zwischen den beiden Signalen, unzulängliche Energie im Referenzsignal bei einer gegebenen Frequenz, akustische Einflüsse wie Echo oder Reflektionen, sowie Umgebungs- und elektrische Störgeräusche. Nichtlineare Prozessoren wie Kompressoren und Begrenzer im Messsignalweg können negativen Einfluss auf die Kohärenz haben und sollten zur Messung von Frequenzgang oder Impulsantwort überbrückt werden (Bypass).

2.1.11 Laufzeitanpassung

Wenn eine Frequenzgangmessung ausgeführt wird, ist es von *wesentlicher* Bedeutung, dass die beiden Mess- und Referenzsignale in der Zeit zueinander ausgeglichen sind. Um einen sinnvollen Vergleich von zwei Signalen zu machen, müssen bei der Berechnung der Übertragungsfunktion die gleichen „Stücke“ in einer Zeitachse anliegen. Bei den meisten analogen Audiogeräten ist keine Kompensation notwendig. Aber alle digitalen Signalprozessoren haben eine Laufzeit, sowie auch die Laufzeit des Schalls in der Luft vom Lautsprecher zum Mikrofon.

Bevor eine sinnvolle Frequenzgangmessung von einem SUT/DUT mit Laufzeitverzögerung gemacht werden kann, muss die Zeitverzögerung ermittelt und kompensiert werden. Dieser Prozess erfordert die richtige Zeitverzögerung, die dem Referenzsignal zuaddiert wird. Der Delay Locator und die interne Verzögerungsfunktion von Smaart 6 erleichtern Ihnen diese Arbeit (Seite 52).

2.2 Glossar

(A/D) Conversion (*Analog/Digitalwandlung*): Der Prozess von der Aufnahme einer analogen Amplitude in regelmäßigen Abständen, um daraus ein digitales Signal zu kreieren.

Amplitude (*Amplitude*): Die Größe einer realen Zahl (z.B. einer Zahl von Volt) entweder in der positiven oder negativen Richtung. Der Begriff Amplitude bezieht sich typischerweise auf Zahlen, die nicht komplex oder logarithmisch dargestellt sind, wie z.B. die Zahlen, die in einer A/D Umwandlung gespeichert werden. (Logarithmisch dargestellte Zahlen bezeichnet man korrekter als *Magnitude*).

Attenuation (*Dämpfung*): Der Pegelabfall eines Signals. Der Pegelabfall kann sich auf eine Dämpfung in einem bestimmten Frequenzbereich oder auf den Gesamtpegel beziehen.

Coherence (*Kohärenz*): Eine mathematische Funktion, die die Linearität zwischen zwei Signalen darstellt. Die Kohärenz wird im Normalfall als Wert von 0 -1 dargestellt. Beachten Sie, dass die Kohärenz durch Messbedingungen und die Anzahl der Mittelungen beeinflusst wird.

Compressors (*Kompressoren*): Elektronische Geräte, die typischerweise eine Signaldämpfung als Funktion des Eingangspegels bewirken. Solche Geräte sollten Sie in die Messung der Übertragungsfunktion **nicht** einsetzen, da sie von Natur aus nicht linear sind.

Crosstalk (*Übersprechen*): Unerwünschte Energie, die einem Signal (oder Kanal) von einem benachbarten Kanal mit einfließt.

Data Window (*Datenfenster*): Eine mathematische Funktion, die negative Einflüsse von Rundungsfehlern bei der Transformation endlicher FFT-Datenpunkte vom Zeitbereich in den Frequenzbereich reduziert. Datenfenster verringern die Amplitude der Datenpunkte am Anfang und am Ende einer FFT-Datenreihe.

Decay Rate (*Abklingrate*): Die Rate, mit der ein Signal verfällt (verminderte Magnitude), in der ein Signal relativ zum Zeitraum um -60dB abnimmt (Siehe *Reverberation Time*). Normalerweise ist sie frequenzabhängig und wird in dB pro Sekunde ausgedrückt.

Decibel (*Dezibel*): Das Dezibel, abgekürzt als dB, ist das logarithmische Verhältnis zweier Werte. In der Akustik beziehen sich Dezibel häufig auf das Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangspegel eines Systems oder eines gegebenen Pegels im Verhältnis zu einem festen Wert (z.B. dBV).

Dynamic Range (*Dynamikbereich*): Die Differenz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Pegel, den ein System aufnehmen oder wiedergeben kann.

FFT (*FFT*): Die schnelle Fouriertransformation ist eine mathematische Technik, die verwendet wird, um Daten aus dem Zeitbereich in den Frequenzbereich zu wandeln. Der Begriff „schnell“ bezieht sich auf die Tatsache, dass die Datenmengen im Zeitbereich, die einer Potenz von 2 entsprechen (16, 32, 64, 128 etc.), durch den Computer besonders schnell berechnet werden können.

FFT Time Constant (*FFT Zeitkonstante*): Die notwendige Zeit, um einen FFT-Datensatz in bestimmter Größe bei gegebener Samplerate zu erfassen. Die Zeitkonstante einer FFT, auch Zeitfenster genannt, wird mittels Division der FFT-Größe durch die Samplerate errechnet. So besitzt z.B. eine 4k FFT bei 44.1kHz Samplerate ein Zeitfenster von 0,09 Sekunden.

Graphic Equalizer (*Grafischer EQ*): Ein Gerät mit einer Anzahl von Filtern die eine Verstärkung oder eine Dämpfung des Signals erlaubt. Die Bandbreite der Filter ist üblicherweise in Oktav- oder 1/3 Oktavschritten festgelegt und durch den Nutzer nicht veränderbar.

Latency (*Latenz*): Die Laufzeit eines Gerätes oder Systems. Als Latenz bezeichnet man häufig die Durchgangslaufzeit eines Gerätes. Digitale Geräte haben immer eine geringe Latenz, auch wenn keine interne Verzögerungszeit eingestellt ist.

Linear Scale (*Lineare Skalierung*): Der Begriff linear bezieht sich auf einen Satz von Werten oder Skalierung eines Graphen, bei dem die Werte *gleiche Abstände* besitzen. Auf einer linearen Skalierung besitzt jeder Wert die gleiche Dimension.

Logarithmic Scale (*Logarithmische Skalierung*): Eine Skalierung, bei der jede *Potenz* einer bestimmten Zahl (z.B. 10) , die gleiche Dimension besitzt.

Magnitude (*Amplitudenbetrag*): Eine Zahl, die einer Menge zugeordnet ist, um sie mit anderen vergleichen zu können. Für komplexe Mengen ist der Amplitudenbetrag die Wurzel aus der Summe der Quadrate von Real- und Imaginäranteil.

Nyquist Frequency (*Nyquistfrequenz*): In der digitalen Audiowelt entspricht die Nyquistfrequenz genau der Hälfte der Samplerate. Die Nyquistfrequenz stellt die höchstmögliche Frequenz dar, die bei einer Digitalisierung und entsprechender Samplerate erreicht werden kann.

Octave-Band Resolution (*Oktavbandauflösung*): Die Oktavbandauflösung kombiniert alle Datenpunkte einer Oktave und stellt den Wert der Gesamtenergie jeder Oktave dar (im Gegensatz zu einer linearen oder logarithmischen Schmalbandanzeige, die die einzelnen Werte der FFT-Datenpunkte darstellt). Die in Audiomessungen verwendeten Oktaven sind standardisiert und bei 16, 31.5, 63, 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8k und 16kHz angeordnet.

Overlap (*Überlappung*): In Smaart 6 bezieht sich der Begriff Überlappung auf die Anzahl von Daten, die sich ein FFT-Datensatz mit der vorhergehenden FFT teilt (z.B. wie bei Schindeln auf einem Dach). Ohne diese Überlappung beginnt jeder neue Datensatz dort, wo der letzte aufgehört hat.

Parametric Equalizer (*Parametrischer EQ*): Equalizer sind Geräte mit einem oder mehreren Filtern, die den Frequenzinhalt eines Signals beeinflussen. Beim parametrischen EQ können die Frequenzen sowie die Bandbreite in Verstärkung/Dämpfung vom Benutzer individuell verändert werden.

Phase Shift (*Phasenverschiebung*): Eine Zeitdifferenz zwischen einem Signal und einer Referenz bei einer oder mehreren Frequenzen, wird in Grad ausgedrückt.

Pink Noise (*Rosa Rauschen*): Ein zufälliges (oder pseudozufälliges) Signal, das gemittelt über die Zeit, die gleiche Energie je Oktavband besitzt.

Propagation Delay (*Laufzeit*): Die Zeit, die ein Schallsignal benötigt, um von einem Ort (z.B. ein Lautsprecher) zu einem anderen zu wandern (z.B. Mikrofon).

Reverberation Time (*Nachhallzeit*): Das Zeitintervall, innerhalb dessen der Schalldruck in einem Raum bei plötzlichem Verstummen der Schallquelle auf einen bestimmten Teil seines Anfangswerts abfällt. Wird meistens als RT60 Wert angegeben.

RT60 (*RT60*): Nachhallzeit. Die Zeit, die in einem Raum vergeht, bis ein Signal um 60dB abfällt (*siehe Decay Rate*).

Sampling Rate (*Samplerate*): Die Anzahl der Datensätze je Sekunde bei der Wandlung von analogen in digitale Signale, ausgedrückt in *Hz*.

Signal to Noise Ratio (*Rauschabstand S/N*): Das Verhältnis von einem Nutzsignal zum Rauschen in einer Messung. Wenn der S/N zu gering ist, beeinträchtigt das Rauschen die Messung derart, dass die Auslesung ungültig ist.

Spectrograph (*Spektrograph*): Eine dreidimensionale Abbildung, bei der zwei Dimensionen in der Bildschirmebene und die dritte Dimension (Z-Achse) farbig dargestellt wird. Der Spektrograph ist eine topographische Präsentation der bekannten Wasserfalldiagramme.

Spectrum (*Spektrum*): Der Frequenzinhalt eines gegebenen Signals.

Speed of Sound (*Schallgeschwindigkeit*): Die Schallgeschwindigkeit ist abhängig vom Medium, von dessen Temperatur und anderen Faktoren. In Smaart 6 wird die Schallgeschwindigkeit bei 20° Temperatur mit 343,6m/s (1120ft/s) berechnet.

Time Window (*Zeitfenster*): Die Zeitkonstante einer Messung.

Time Constant (*Zeitkonstante, TC*): TC = FFT-Größe dividiert durch Samplerate SR.

White Noise (*Weißes Rauschen*): Ein zufälliges (bzw. pseudozufälliges) Signal, das gemittelt über die Zeit die gleiche Energie je Frequenz besitzt.

2.3 Literaturverzeichnis

Die folgende Liste von Publikationen möchten wir denjenigen Lesern empfehlen, die ihr Verständnis der physikalischen und theoretischen Konzepte sowie der mathematischen Vorgehensweise von Smaart 6, dem Design von Beschallungsanlagen und der Akustik vertiefen wollen.

Badmaieff, A. & Davis, D. How to Build Speaker Enclosures. Indianapolis: Howard W. Sams & Co., 1966.

Ballou, G. ed. Handbook for Sound Engineers - The New Audio Cyclopedia. Indianapolis: Howard W. Sams & Co., 1987.

Bensen, K. B. ed. Audio Engineering Handbook. New York: McGraw-Hill Book Co., 1988.

Beranek, L. L. Acoustical Measurements. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1949; reissued by the American Institute of Physics for the Acoustical Society of America, New York:1986.

Beranek, L. L. Acoustics. New York: McGraw-Hill book Co., 1954; reissued by the American Institute of Physics for the Acoustical Society of America, New York, 1986.

Brigham, E. The Fast Fourier Transform and its Applications. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1988

Davis, D. & Davis, C. Sound System Engineering, Second Edition. Indianapolis: Howard W. Sams & Co., 1987.

Davis, G. & Jones, R. Yamaha Sound Reinforcement Handbook, Second Edition. Milwaukee: Hal Leonard, 1989.

Digital Signal Processing Committee, ed. Selected Papers in Digital Signal Processing, II. IEEE Press Selected Reprint Series, New York: IEEE Press, 1975.

Digital Signal Processing Committee, ed. Programs for Digital Signal Processing. IEEE Press Selected Reprint Series, New York: IEEE Press, 1979.

Eargle J. Handbook of Sound System Design. Plainview: Elar, 1989

______. The Microphone Handbook. Plainview: Elar, 1982

Egan, M. D. Architechtural Acoustics. New York: McGraw-Hill Book Co., 1988.

Everest, F. A. Successful Sound System operation. Blue Ridge Summit: TAB Books, 1985.

______. The Master Handbook of Acoustics. Blue Ridge Summit: TAB Books, 1983.

Giddings, P., Audio System Design and Installation. Indianapolis: Howard W. Sams & Co., 1990.

Harris, H. J. “On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the discrete Fourier Transform,” Proceedings of the IEEE, Vol. 66, No. 1, pp. 51-83, January 1978.

Huber, D.M., Microphone Manual: Design and Application. Indianapolis: Howard W. Sams & Co., 1988.

Ifeachor, E. C. & Jervis, B. W. Digital Signal Processing: A Practical Approach, Second Edition, Essex, England: Prentice Hall, 2002

Knudson, V. O. & Harris, C. M. Acoustical Designing in Architecture, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1950; reissued by the American Institute of Physics for the Acoustical Society of America, New York, 1978.

Lubman D. and Wetherill E., eds. Acoustics of Worship Spaces. New York: The American Institute of Physics, 1983

McCarthy, B. Meyer Sound Design Reference For Sound Reinforcement. Berkely: Meyer Sound Laboratories, 1998

Olson, H. F. Acoustical Engineering. Princeton: Van Nostrand, 1957; reissued by Professional Audio Journals, Philadelphia, 1991.

Olson, H. F. Music, Physics and Engineering. New York: Dover Publications, 1967.

Oppenheim, A. V., ed. Applications of Digital Signal Processing. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1978.

Oppenheim A. V. & Schafer, R. Digital Signal Processing. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1975.

Oppenheim, A. V., Willsky, A. S. & Young, I. T., Signals and Systems. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1983.

Otnes, R. K. & Enochson, L. Applied Time Series Analysis. New York: John Wiley and Sons, Inc.,1978

Rabiner, L. R. & Rader, C. M., ed. Digital Signal Processing. IEEE Press Selected Reprint Series, New York: IEEE Press, 1972.

Rona, J. MIDI: The Ins, Outs, and Thrus. Milwaukee: Hal Leonard, 1987.

Strutt, J. W. (Lord Rayleigh, 1877). Theory of Sound. New York: Dover Publications, 1945.

Tremaine, H. Audio Cyclopedia, Second Edition. Indianapolis: Howard W. Sams & Co., 1969.

Kapitel 3: Analyse und Anzeigearten

Smaart 6 hat zwei Analyse-Modi: *Real-time* und *Impulse Response (IR Analysis)*. Diese arbeiten in separaten Fenstern.

Der *Real-time* Modus verarbeitet ununterbrochen ankommende Daten und bietet vier Darstellungsarten an:
RTA, Spectrograph, Magnitude und **Phase**. RTA und Spectrograph zeigen eine Spectrummessung an, bei der jeder Datenpunkt direkt aus der FFT-Datenreihe eines einzelnen Signals basiert. Die Magnitude- und Phasenfenster zeigen einen Frequenzgang, der aus einer Übertragungsfunktion zweier Signale stammt. Beim Start von Smaart 6 wird ein großes RTA-Fenster angezeigt.

Die **Spectrum** und **Freq.Resp.** Tasten konfigurieren ein Echtzeitfenster mit zwei unterschiedlichen Anzeigen, die korrespondierend ihrer Messfunktion entsprechen:

- Klicken Sie die **Spectrum** –Taste um ein geteiltes Fenster zu öffnen bei dem **Spectrograph** (oben) und **RTA** (unten) angezeigt wird.

- Klicken Sie die **Freq.Resp.** – Taste um ein geteiltes Fenster zu öffnen bei dem **Phase** (oben) und **Magnitude** (unten) angezeigt wird.

Selbst wenn ein Einzelfenster **View** ausgewählt ist, springt diese bei einem Klick der o.g. Tasten in eine Darstellung mit zwei Fenstern um.

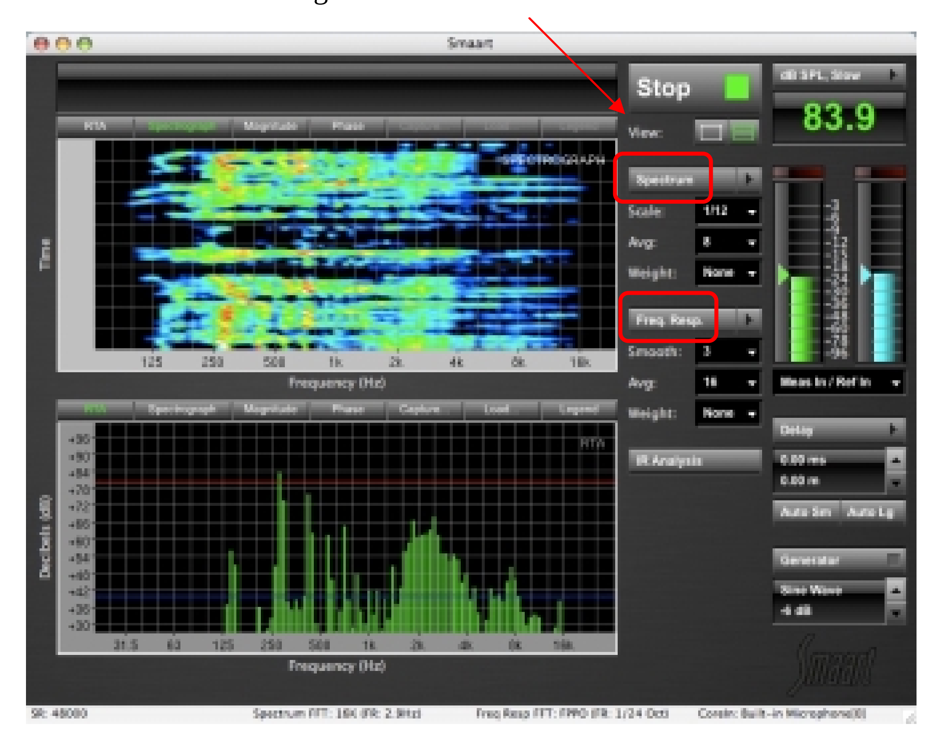


Bild 3-1 Grafische Anzeige, nachdem die **Spectrum**-Taste bedient wurde.

Klicken Sie die **IR Analysis** – Taste um das Impulsantwortfenster zu öffnen. In diesem Modus wird eine limitierte Anzahl von Daten gesammelt und gespeichert und bietet anschließend zwei Darstellungsarten an: **Time** und **Frequency.**

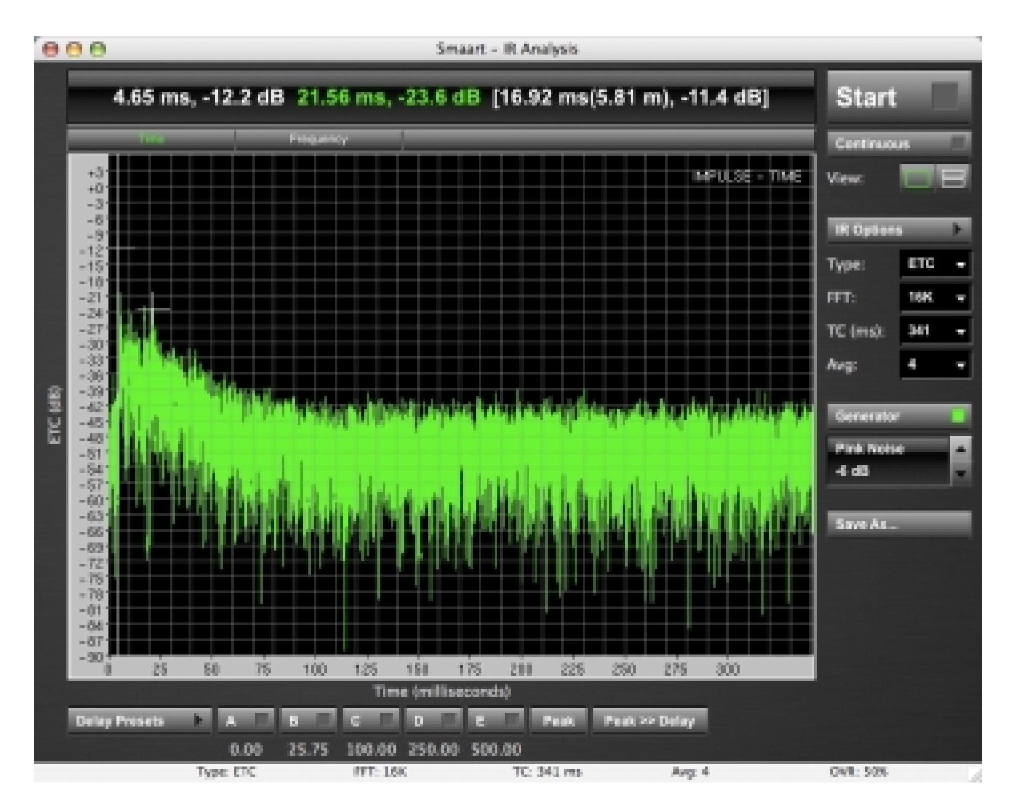


Bild 3-2 Impulsantwortfenster

3.1 Spektrum Messungen

Spektrale Echtzeitmessungen sind eine ausgezeichnete Hilfe zum Auffinden von Feedback, Hörtraining und der Überwachung von Frequenzen eines Signals. RTA Messungen sind ebenfalls sehr verbreitet, um Kinosysteme einzumessen. Aber inzwischen haben sich zweikanalige FFT Analyzer, wie Smaart, zum Einmessen von Tonanlagen, insbesondere von großen Beschallungsanlagen, durchgesetzt. Ein zweikanaliger FFT ist in der Lage alle drei Dimensionen des Signals zu messen (Frequenz, Energie und Zeit), wohingegen ein RTA im Bezug auf Zeit und Phase „blind" ist. Trotzdem ist ein guter RTA ein nützliches Hilfsmittel und mit Smaart 6 wird eine leistungsfähige, flexible Implementierung der RTA-Messung zur Verfügung gestellt.

3.1.1 RTA

Ein RTA zeigt die vorhandene Menge von Energie in verschiedenen Frequenzbereichen über das hörbare Spektrum an und ist gewöhnlich in Oktavbändern aufgeteilt. Die RTA Anzeige arbeitet als zweikanaliger-FFT-basierender Echtzeitanalyzer und stellt das Spektrum der Signale grafisch dar (Amplitude auf der Y-Achse, Frequenz auf der X-Achse). Die abgebildeten Farben in der Live RTA-Anzeige korrespondieren mit denen der Eingangspegelmeter.

Beim Betätigen der **Start** – Taste werden alle Echtzeitmessungen gestartet und im Echtzeitfenster dargestellt. Wenn das RTA-Fenster aktiviert ist, werden die vom A/D - Konverter der Soundkarte gewandelten Audiodaten aus dem Zeitbereich unter Benutzung der FFT in den Frequenzbereich transformiert. Die FFT Daten können im RTA Fenster entweder in Form des rohen Schmalbands oder im Oktav / Teiloktavband grafisch dargestellt werden. Die Magnitude für jedes Frequenzband (oder Datenpunkt) von jedem der beiden Eingangskanäle wird mehrmals pro Sekunde, abhängig von der Geschwindigkeit des Computers, der FFT-Größe und der Samplerate, aktualisiert.

Die Skalierung der Y-Achse im RTA-Fenster kann unter Benutzung der **Max** und **Min** Tasten im Spektrum-Optionendialogfenster im dB Bereich eingestellt werden. Der Magnitudenbereich kann weiterhin eingeschränkt werden, indem man einen rechteckigen Bereich innerhalb der Anzeige mit der Maus zieht. Außerdem gibt es *Tastaturkürzel* für die Anzeigebereichgröße (siehe Seite 104). Bei einem Klick auf eine Zahl der Achsen wird die veränderte Anzeigegröße auf ihre ursprüngliche Skalierung zurückgesetzt.

Unter Verwendung der kompletten Anzeigenkalibrierung ist die maximale Größe von 0dB gleich der maximalen A/D Amplitude, die bei der gegenwärtigen Samplerate gültig ist (z.B. 16/24 Bits). Das bedeutet, dass ein Sinuseingangssignal mit einer Amplitude, die exakt gleich der maximalen Eingangsspannung des A/D-Konverters der Soundkarte ist, bei der entsprechenden Frequenz 0dB im RTA-Fenster anzeigt. Die Kalibrierung der Vollaussteuerung ist für alle Anwendungen ausreichend, die nur mit den *relativen* Unterschieden zwischen Frequenzen betroffen sind. Smaart 6 bietet auch eine Kalibrierungsfunktion an, die es erlaubt, den Dezibelbereich des ankommenden Signals so zu verschieben, dass dieser zum Schalldruck (SPL) oder einer anderen Referenz korreliert.

Die Frequenzskala des RTA kann in Oktave, 1/3-, 1/6-, 1/12- und schließlich in 1/24 Oktave angezeigt werden. Die Einstellung erfolgt im **Scale** Kontrollfenster unterhalb der **Spectrum** Taste.

Der Frequenzbereich der *Spektrum* und *Magnituden* Darstellung kann mit Hilfe der Tastaturkürzel (Seite 104) eingestellt werden, oder mit den Tasten 1-4 aufgerufen werden. Diese *Frequency Zooms* werden im Optionendialogfenster (**Options > Zoom**) zugewiesen. Die Ausbreitung der X- und Y-Achse kann auch mittels gedrückter Maus erfolgen, die über das Anzeigefenster ein Rechteck aufzieht und dann wieder losgelassen wird. Bei einem Anklicken der Frequenzzahlen wird die Anzeigeskalierung wieder zurückgesetzt.

3.1.2 Spektrograph

Der Smaart 6 Spektrograph ist eine zweite Art von RTA-Anzeige, die einen Frequenzinhalt über einen Zeitabschnitt darstellt. Anstatt Ihnen nur einen FFT-Datensatz je Zeiteinheit anzuzeigen, stellt der Spektrograph eine Aufzeichnung der letzten 100 oder mehr Datensätze dar.

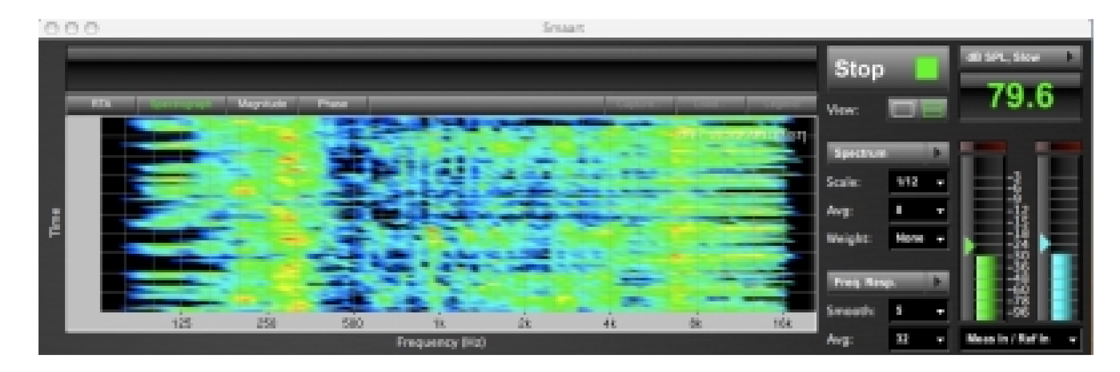


Bild 3-3 Spektrograph-Anzeige

Die Spektograph-Anzeige ist eine Variation einer RTA-Anzeige. Bei einer RTA-Anzeige werden die Pegel der verschiedenen Frequenzen typischerweise als Balken verschiedener Höhen dargestellt; ein neuer Graph ersetzt das vorhergehende bei jedem neuen Anzeige-durchlauf. Der Spektrograph stellt jede RTA-Anzeige als horizontale Streifen dar, bei der die Signalstärke der einzelnen Frequenzen in Farben umgesetzt wird. Durch das Stapeln einer Anzahl dieser vertikalen „Scheiben" übereinander, wird Ihnen die spektrale Veränderung des Eingangssignals über die Zeit dargestellt.

Die Spektrograph-Anzeige stellt drei Dimensionen von Daten dar:

- ***Zeit***: auf der X-Achse
- ***Frequenz***: auf der Y-Achse
- ***Magnitude***: wird durch die Farben wiedergegeben

Die Farben, die in Magnitudenwerten abgebildet sind, werden durch die **Max** und **Min** Felder im Spektrumdialogfenster eingestellt. Alle nicht lesbaren Werte oberhalb der derzeitigen Magnitudenstrecke werden *weiß* dargstellt. Die Werte unterhalb sind *schwarz* gekennzeichnet.

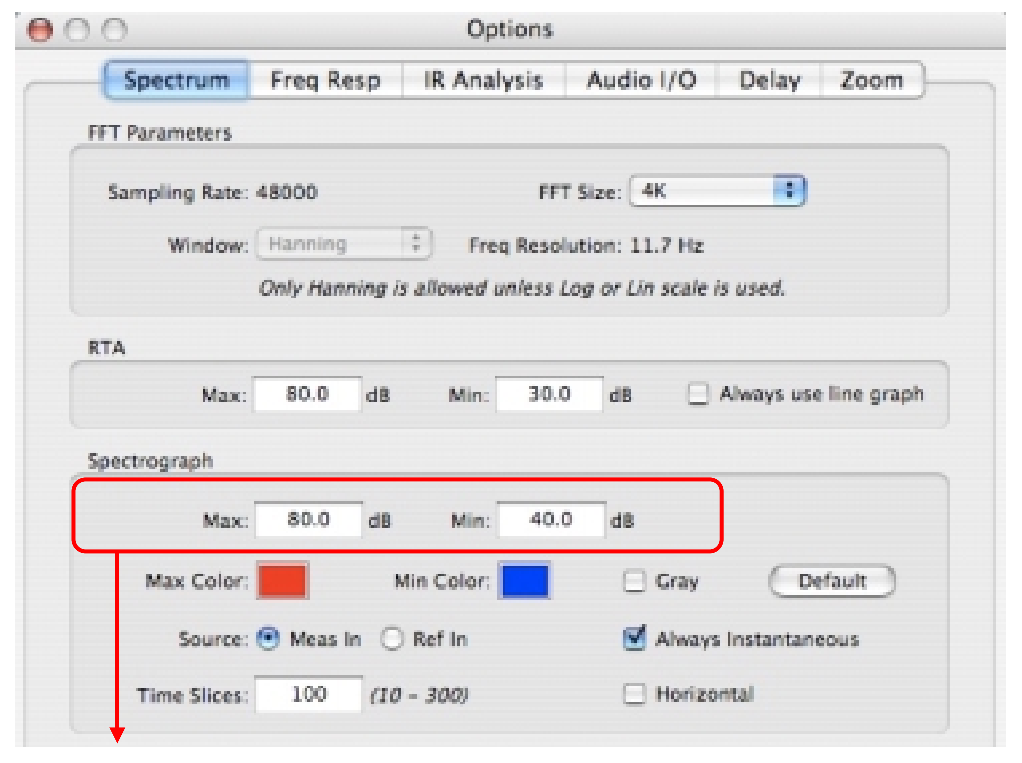


Bild 3-4 Spektrograph dB Bereich

Die Frequenzskala der Spektrograph-Anzeige kann mit einem Klicken und darauffolgendem Ziehen eines Rechtecks verstellt werden. Ein Klicken auf die Zahlen in der Frequenzachse führt zur normalen Anzeigeskala zurück.

3.1.3 Spektrum Messparameter

Frequenzskala

Die RTA-Frequenzskala kann in Oktaven, 1/3-, 1/6-, 1/12- oder 1/24 Oktavauflösung oder als Schmalbandanzeige der zugrunde liegenden FFT-Daten mit linearer oder logarithmischer Skalierung (Lin/Log) angezeigt werden. Die Einstellung erfolgt im **Scale** Kontrollfenster unterhalb der **Spectrum** Taste.



Bild 3-5 Frequenzskalenliste

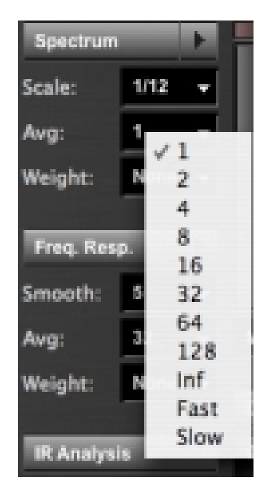
Der Frequenzbereich von Spektrum und Magnitude kann unter Verwendung der Tastaturkürzel (Seite 104) eingestellt werden oder mit den Tasten 1-4 aufgerufen werden. Diese *Frequency Zooms* werden im Optionendialogfenster (**Options** > **Zoom**) zugewiesen. Die Ausbreitung der X- und Y-Achse kann auch mittels gedrückter Maus erfolgen, die über das Anzeigefenster ein Rechteck aufzieht und dann wieder losgelassen wird. Beim Anklicken der Frequenzzahlen wird die Anzeigenskalierung wieder zurückgesetzt.

Mittelwertbildung

Die Mittelwertbildung wird in RTA, in Spektrograph und in Frequenzgangmessungen verwendet, um das Signal-/Rauschabstandverhältnis (S/N) wirkungsvoll zu erhöhen und den Einfluss von transienten Ereignissen zu verringern. Dies alles stabilisiert die Anzeige und macht das Ablesen einfacher. Spektrum-Messungen benutzen den RMS-Mittelwert. Andere verschiedene Integrationsschemen sind auswählbar: linear *first in, first out* (FIFO), endlos, schnell, langsam und exponential.

Die FIFO-Mittelwertbildung ist ein einfaches arithmetisches Mittel den 2^n (n=0, 1, 2...7) FFT-Daten die gleiche Gewichtung zu geben. Beachten Sie bitte, dass bei einer Einstellung von 1, die Mittelwertberechnung nicht ausgeführt wird, da nur der gerade aktuelle Datensatz berechnet wird.

Endlose (*Inf*) Mittelwertbildung ist ähnlich der FIFO, in dem jeder FFT-Messung die gleiche Gewichtung zukommt aber mehr nach einer bestimmten Anzahl von Datensätze „geschaut" wird, als nach dem gerade aktuellen. Diese Option führt einen Durchschnitt von alle FFT´s durch, bis der Puffer gelöscht wird. Diese Puffer können gelöscht werden, wenn Änderungen der Einstellparameter gemacht werden (FFT-Größe, Samplerate), die Messung gestoppt und gestartet wird oder man die Taste **V** betätigt.



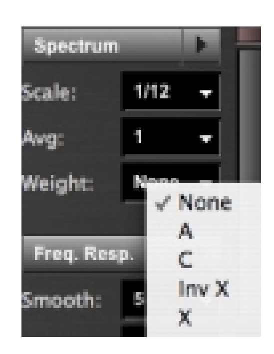


Bild 3-6 Mittelwertoptionen (links); Bewertungsoptionen (rechts)

Bewertete Kurven

Die Einstellungen der **Weight –**Anzeige in der Spektrumdarstellung, wenden eine frequenzabhängige Bewertungskurve für die RTA- und Spektrograph Messungen an. Einige allgemein verwendete Bewertungskurven sind in Smaart enthalten (s.o.), einschließlich der nach ANSI/IEC standardisierten A und C sowie X - Kurven für Theater. Zusätzliche Kurven können hinzugefügt werden, indem man sie im Ordner „Bewertung" ablegt.

Die einzelnen Bewertungskurven können für *RTA* und *Spectrograph* im **Spectrum**-Menü, für *Magnitude* im **Freq.Resp**.-Menü unabhängig voneinander ausgewählt werden. Siehe *Bewertungskurven* auf Seite 65.

Spektrum Modus und FFT Parameter

Die FFT Parameter für Spektrum, Frequenzgang und Impulsantwort befinden sich in den jeweiligen Reitern der Dialogfenster.

Sample Rate – jedes Mal wenn man Smaart 6 startet oder ein neues Eingangs-Interface selektiert, wird die Soundkarte des Computers auf die unterstütze *Samplerate* abgefragt. Diese Optionen befinden sich in dem **Sampling Rate** Aufklappmenü des Reiters „*Audio I/O*“ im Dialogfenster. Die hier eingestellte **Sampling Rate** gilt auch für alle weiteren Reiter, kann aber nur im Reiter *Audio I/O* verändert werden.

FFT Size – Die FFT-Größe wird unabhängig für Spektrum und Frequenzgang - Messungen in ihren jeweiligen Dialogfenster eingestellt. Siehe *Optionen Menü* auf Seite 93, um die spezifischen Möglichkeiten festzustellen.

Time Constant – Die Zeitkonstante (TC), oder auch *Zeitfenster* einer FFT ist eine Funktion der FFT-Größe und Samplerate (TC = FFT/SR). Smaart 6 berechnet automatisch die Zeitkonstante durch o.g. Formel und wird im Dialogfenster des *IR Analysis-Reiters* angezeigt. Sie kann manuell nicht verändert werden.

Frequency Resolution – Die Frequenzauflösung ist eine Funktion der FFT-Größe und Samplerate (TC = FFT/SR), sie ist ein wichtiger Faktor um besonders tieffrequente Details von FFT basierenden Messungen festzustellen. Siehe *Frequenzauflösung* auf Seite 26 für weitere Informationen. Die Frequenzauflösung ist immer am unteren Rand des Echtzeit-fensters in Smaart 6 zu sehen.

3.2 Frequenzgang-Messungen

Die Frequenzgangmessung in Echtzeit ist ein extrem nützliches Hilfsmittel, um mit Smaart eine Beschallungsanlage oder eine Frequenzweiche einzustellen. Bei dieser Art von Messung werden die Ein- und Ausgänge von einem System oder einem Gerät unter Testbedingungen verglichen, bei der mit einer mathematischen Kalkulation, *Übertragungsfunktion* genannt, die Unterschiede festgestellt werden. Dies ermöglicht Smaart, die Frequenz-Magnitude und den Phasenverlauf des Systems sehr genau zu ermitteln. Außerdem hat diese zweikanalige Annäherung den zusätzlichen Vorteil, dass mit einer Vielzahl von Testsignalen wie Musik und anderen erkennbaren Programmmaterialen gearbeitet werden kann.

3.2.1 Basisaufbau einer Frequenzgangmessung

Dieses Beispiel illustriert einen typischen Messaufbau für eine Frequenzgangmessung und Optimierung einer Lautsprecheranlage.

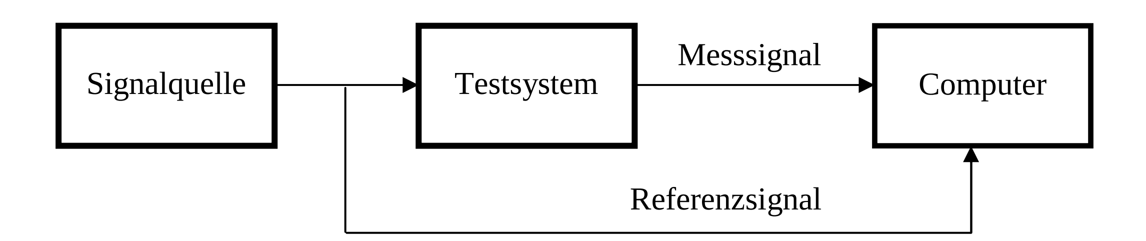


Bild 3-7 Blockschaltbild einer Frequenzgangmessung

Um eine Frequenzgangmessung eines Systems durchzuführen, muss die Signalquelle aufgesplittet werden, damit sie zum einen durch das System und zum anderen zum Referenzeingang von Smaart geführt wird. Der Ausgang des Systems (typischerweise vom Messmikrofon) wird zum Messsignaleingang von Smaart geleitet. Dieser Messaufbau wird auch für *Delay* und *Impulsantwort* - Messungen verwendet, welche ihre Daten von der Kalkulation der Übertragungsfunktion erhalten. Weitere Details zu Messungen der Frequenz und der Impulsantwort, siehe Kapitel 4: *Applikationen*.

3.2.2 Frequenzgang Übersicht

Bei der Messung der Frequenzgänge in Smaart 6, werden die beiden Eingangssignale von der *Referenz* und der *Messung* in Echtzeit auf ihre Differenzen in Bezug auf Magnitude und Phase verglichen. Der Vergleich wird bei jeder Frequenz durchgeführt und ist bekannt als mathematische Technik der *Übertragungsfunktion.*

Weil die Übertragungsfunktion zwei Signale miteinander vergleicht, müssen alle Zeitunterschiede, um eine gültige Messung zu ermöglichen, zuerst kompensiert werden. Dies kann mit dem *Delay Locator* von Smaart 6 erreicht werden. Nichtlineare Prozessorgeräte wie Limiter oder Kompressoren sollten während einer Impulsantwort- oder Frequenzgangmessung nicht benutzt werden (siehe *Kohärenz Übersicht* auf Seite 49).

3.2.3 Die Magnitudenanzeige

Magnitude, die ursprüngliche Frequenzganganzeige, stellt sich in der Y-Achse mit 0dB im Center und negativen, sowie positiven dB-Werten unter- oder oberhalb dieser Nulllinie dar. Die X-Achse der Bildschirmanzeige zeigt Frequenzen an und ist normalerweise in logarithmischer Skalierung mit Gitterlinien in Oktavabständen. In der Standard Magnituden-Anzeige wird ein Wert von 0dB für eine gegebene Frequenz als Datenpunkt mit der gleichen Energie in beiden Eingangssignalen (Referenzsignal und Messsignal mit 0 Differenz) angezeigt. Eine positive oder negative Angabe in dB für eine bestimmte Frequenz zeigt unterschiedliche Energien im Messsignal relativ zum Referenzsignal an.

In der Voreinstellung hat die Magnitudenkurve 24 Datenpunkte pro Oktave, wobei bei einer 44.1/48 kHz Samplerate die beiden untersten Oktaven zusammen 24 Datenpunkte haben. Für eine Samplerate mit 96 kHz sind die ersten 24 Datenpunkte auf die untersten drei Oktaven verteilt und einer Oktave am höheren Frequenzbereich. Die gleichbleibende Auflösung pro Oktave wird durch ein Kombinieren der Ergebnisse einer Mehrfach-FFT bei jedem Durchlauf erzielt. Die *fixed-point-per-octave* (FPPO) Anzeige neigt besonders bei höheren Frequenzen, wegen ihrer linearen Frequenzverteilung dazu, besser gelesen zu werden, anstatt der Anzeige von Kurven die nur auf einer bestimmten FFT-Größe basieren.

3.2.4 Die Phasenanzeige

Beim Anklicken der **Phase** - Taste werden die Phasenverschiebungen (Zeitdifferenz der Frequenzen) des Messsignals relativ zum Referenzsignal angezeigt. Alle Phasenwerte werden innerhalb eines Bereiches von 360°, aufgeteilt in +180° zu –180° (0° im Zentrum), angezeigt. Der Bereich von 360° stellt eine komplette Schwingung bei einer Frequenz dar.

Ein Phasenwinkel von 0° (keine Phasenverschiebung) bei einer Frequenz bedeutet also, das Referenz- und Messsignal exakt zum gleichen Zeitpunkt innerhalb dieser Periode bei dieser Frequenz eintreffen. Frequenzen, bei denen dass Messsignal früher als das Referenzsignal eintrifft, werden mit negativem Phasenwinkel angezeigt. Frequenzen, bei denen das Messsignal später als das Referenzsignal eintrifft, werden in einem positiven Phasenwinkel angezeigt.

Sie können die 0°-Linie der Phasenganganzeige in 45°-Schritten verschieben, indem Sie die Tastenkombination **Alt + Page Up** oder **Alt + Page Down** auf der Tastatur drücken. Die Tasten **Alt + End** stellt den Anzeigebereich auf 0° - 360° um. Um wieder zur Voreinstellung (+ 180° bis – 180°) zu gelangen, drücken Sie **Alt + Home**.

3.2.5 Zeitfensterung

Die Zeitfensterung kann fragliche und unerwünschte Daten von Frequenzgangmessungen entfernen und hilft dabei Datenkurven zu glätten und zu stabilisieren. Eine typische Folge dieser Funktion ist, dass die Wiedergabe an hohen Frequenzen isoliert werden kann, sowie starke Reflektionen, die zu Kombfilter führen, *aus dem Fenster* entfernt werden.

Die Zeitfensterung benutzt die Messtechnik im Frequenz – und Zeitbereich:

- Frequenzbereichdaten werden in Zeitbereichdaten transformiert, dargestellt durch eine umgekehrte Fourier Transformation (IFT), resultierend in eine Zeitbereich Impulsantwort. Dies ist das gleiche Verfahren, welches Smaart 6 bei der *Delay Auto-Locator* -Funktion gebraucht, um eine Impulsantwort zu erhalten. Dies geschieht im Hintergrund in Echtzeit.

- Ein spezielle *flat top* Datenfensterfunktion mit einer doppelten Zeitkonstanten zur Fenstergröße wird für die Impulsantwort angewendet, zentriert auf die Spitze der ersten Ankunft (wirklich auf den Anfang der Impulsantwort in der Zeitaufnahme, aber dieser entspricht normalerweise der Spitze einer Ankunftszeit, in der Annahme, dass die Verzögerungszeit richtig eingestellt ist). Die Zeitfensterung unterdrückt unerwünschte Daten gegen null.

- Die editierten Impulsantwortdaten werden dann durch eine FFT zurück in den Frequenzbereich transformiert und die resultierenden Frequenzmagnituden und Phasendaten werden grafisch dargestellt.

Der Frequenzgang mit Zeitfenster erscheint als zweite Kurve mit einer anderen Farbe (Voreinstellung: hellblaues Grün) in der Magnituden – und Phasenanzeige. Diese kann als oberste Kurve des Z-Achsenstapels gebracht werden und anschließend als Referenzkurve gespeichert werden.

Merken Sie sich das, weil das Zeitmaß der Zeitfensterfunktion bei deren Berechnung wirklich die doppelte Größe der spezifizierten Fensterzeit ist. Das maximale Fenster ist gleich der halben Zeitkonstanten der im Optionendialogfenster ausgewählten **FFT size/ SR** FFT Parameter unter **Freq Resp**.

Hinweis: *Wenn **FPPO** im FFT-Menü ausgewählt ist, sind die Zeitfenster abgeschaltet, da diese inkompatibel zu diesem Merkmal sind.*

Siehe *Frequenzgang* auf Seite 95 für eine Liste der Zeitfensterparameter.

Ein Nachteil der Zeitfensterung ist, dass sich die Zeitkonstante dabei in der Übertragungsfunktion verringert. Die Funktion arbeitet folglich wie ein Hochpassfilter und verschiebt so eine Menge von Niederfrequenzinformationen aus der bearbeiteten Kurve.

3.2.6 Mittelung und Glättung

In Smaart 6 basieren fast alle Mittelwertberechungen auf RMS Mittelung als *lineare* Form, bei der alle Daten gleichermaßen den Durchschnitt ermitteln oder *exponential*, bei der die Gewichtung mehr auf die aktuellen, statt der vorhergehenden Daten gelegt wird. Die lineare Mittelwertbildung wird manchmal auch als *arithmetic* ausgedrückt. Smaart bietet lineare Mittelung, angefangen von 1 (keine Mittelung) bis zu 128 Frames. Die Option von linearer *endloser* Mittelung, die einen laufenden Durchschnitt hält, während der Analyzer läuft, bis der Speicher gestoppt wird. Die schnellen und langsamen Mittelungsoptionen sind für SPL- und Spektrummessungen möglich und arbeiten exponential.

Hinweis: *Als allgemeine Regel legen Sie einen Mittelwertparameter fest, der Ihnen angemessene Messungen erlaubt, ohne zu lange zu sammeln. Das Ändern der Zahl von Mittelungen löscht den Puffer, also braucht es bis zur Stabilisierung der Anzeige wieder einige Sekunden.*

Mittelung Typen

Die **Average Type** für Frequenzgangmessungen werden im Reiter des Optionendialogfenster *Frequency Response* ausgewählt. Smaart 6 bietet zwei **Average Types** zum Stabilisieren und besseren Lesbarkeit der Anzeige an*:* *RMS* und *Vector*.
Vector und *RMS* beziehen sich auf die Art von Daten, die in die Berechnung einfliessen.

RMS verzeiht mehr Wind oder Bewegungen, die geringfügige Veränderungen in den Ankunftszeiten zwischen den aufeinander folgenden FFT-Daten verursachen können.
RMS ermöglicht auch später ankommende reflektierende Energie in die Frequenzgangmessung, somit korreliert es sehr mit der subjektiven menschlichen Vorstellung von Gesamtsystemtonalität. RMS Mittelung ist nach dem komplexen Vector entstanden, der Magnitude- und Phasedaten umwandelt.

Die **Vector** Mittelung arbeitet direkt mit komplizierten Daten der FFT einer Übertragungsfunktion. **Vector** ist sehr effektiv, wenn es darum geht, unverbindliche Energie aus Geräuschen oder Hallanteilen auszugrenzen und neigt mehr dazu, die Verständlichkeit und die Genauigkeit eines Signals wiederzugeben. **Vector** ist für Wind und Lautsprecher / Quellenbewegung sowie anderen Zeitvariationen empfindlicher, somit ist diese Art der Berechnung in geschlossenen Räumen und kontrollierten Bedingungen zu bevorzugen. **Vector** kann nur bei der Frequenzgangmessung eingesetzt werden, Spektrummessungen verwendet **RMS**.

Mittelungs Schemata

Die drei grundlegenden Mittelwertberechnungen für Frequenzgang- und Spektrummessungen sind *First In, First Out* (FIFO), endlos, und exponential (schnell, langsam). Die FIFO Mittelung ist ein einfaches arithmetisches Mittel von einigen Zahlen (2, 4, 8, 16...) mit der jeweils gleichen Gewichtung der neuesten FFT-Daten. Die Einstellung bei einer FIFO Mittelung jeweils um den Faktor 2 zu verdoppeln, beruht auf der Tatsache, dass sich bei jeder Verdoppelung der Datenanzahl einer Berechnung, der Rauschabstand um 3dB erhöht. Wenn im **Avg** Fenster eine 1 eingestellt ist, wird keine Mittelung durchgeführt und nur die Daten des neuesten FFT Rahmens werden grafisch dargestellt.

Die endlose (*Inf*) Mittelung berechnet jede FFT-Messung mit gleicher Gewichtung, die in eine fortlaufende Messung einfliessen und im Gegensatz auf nur eine bestimmte Anzahl zu sehen, werden *alle* FFT-Daten berechnet, bis der Speicher gelöscht wird. Dieses geschieht, wenn die Parameter von **Avg**, FFT-Größe oder Samplerate verändert werden, der Analyzer angehalten oder die Bildschirmanzeige gewechselt wird. Man kann auch die Taste **V** der Tastatur klicken, um den Speicher zu löschen.

Anders als bei FIFO und der endlosen Mittelung gibt es die exponentiale Mittelwertbildung, die ihre relative Gewichtung mehr auf die aktuellen Daten legt, während die alten Daten aus der Gewichtung exponential verfallen. Die Optionen **Fast** und **Slow** sind exponentiale Mittelungsroutinen mit einer festgelegten Halbwertzeit, modelliert auf die Eigenschaften der Zeitintegrationskreise bei üblichen Schallpegelanzeigen.

Jede Verdoppelung der Mittelungsanzahl erhöht den S/N-Abstand der Messung um 3dB, bis das absolute Grundrauschen des Testsystems, welches immer höher ist, erreicht wird. Die Erhöhung der Mittelung bewirkt außerdem eine Verlangsamung der Echtzeitanzeige.

Je schwieriger die Messbedingungen, desto mehr Mittelung und Glättung sind erforderlich. Elektronische Messungen (z.B. ein Systemprozessor) benötigen nur wenige Mittelungen, um eine schnelle Anzeige der veränderten Filter anzuzeigen.
Akustische Messungen hingegen (mit Messmikrofonen) arbeiten typischerweise mit Mittelungen von 16 – 32 FIFO. In großen Hallen oder Umgebungen mit viel Hallanteil oder Umgebungsgeräuschen, oder auch bei Freiluftmessungen, steigen die Mittelungen gerne auf 64 oder 128 FIFO an. Als Option bietet sich dann auch *Infinite* an.

Glättung

Die Glättung ist eine Mittelungstechnik, die nur bei Frequenzgangmessungen verfügbar ist. Sie reduziert eine gezackte Magnitudenkurve auf ein besser lesbares Maß und macht es somit möglich, den Trend einer Systemantwort schneller zu erkennen. Bei der Glättung wird jeder Datenpunkt mit dem nächst angrenzenden Punkt an beiden Seiten berechnet. Die Einstellung erfolgt im **Smooth** – Fenster, welches sich unterhalb der **Freq. Resp.-**Taste befindet. Die Einstellungen für **Smooth** im sich aufklappenden Menü lauten: **None, 3, 5, 7, 9**.

Zum Beispiel: wenn **Smooth** = 3 ist, bedeutet dies, dass der Wert von jedem Datenpunkt mit dem nächst Höheren und dem nächst Niedrigeren gemittelt wird. Bei **Smooth** = 5 werden die nächsten zwei höheren und zwei niedrigeren Punkte gemittelt einberechnet und in der Kurve angezeigt. Mit anderen Worten wird hierbei über die Frequenz gemittelt, also effektiv die Bandbreite für jede Frequenz erhöht, anstatt wie bei **RMS** oder **Vector** – Mittelung über die Zeit gerechnet.

3.2.7 Kohärenz

Kohärenz Übersicht

Die Kohärenz ist ein Maß für die Linearität zwischen zwei Signalen bei einer Frequenzübertragungsfunktion. Die Kohärenzfunktion fragt grundsätzlich „wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Signal, welches in ein System geschickt wird, am Ausgang als Ergebnis einer linearen Bearbeitung wieder herauskommt?“ Die Antwort wird in Form als Wert zwischen 0 (keine Übereinstimmung) und 1 (volle Übereinstimmung) für jeden Frequenzdatenpunkt wiedergegeben. Smaart zeigt die Werte in % an, wobei 100% der perfekten Kohärenz entspricht.

Obwohl Werte, die näher an 1 liegen, generell höhere Linearität (= bessere Messdaten bedeuten), ist es wichtig zu wissen, dass niedrige Kohärenzwerte nicht notwendigerweise unzuverlässige Daten bedeuten. Wenn z.B. bei einer akustischen Messung auf Grund von lauten Umgebungsgeräuschen, eine beachtliche Zahl von Mittelung erfordert, bedeutet dies sogleich eine verringerte Kohärenz. Da einige der gleichen Faktoren, die zu einer höheren Mittelung ermutigen, wie z.B. laute Umgebungsgeräusche, auch die Kohärenz senken, haben diese Faktoren einen kombinierten Effekt.

In realistischen Messsituationen kann eine gute Kohärenz relativ sein. Also ist es häufig nützlicher, nach Gesamttendenzen der Kohärenz einer Messung zu schauen, als spezifische Werte herauszugreifen. Zusätzliche Faktoren, die eine Kohärenz von Frequenzgangdaten nachteilig beeinflussen können, beinhalten: zeitliche Verzögerung zwischen den Signalen, nicht ausreichende Energie im Referenzsignal bei einer bestimmten Frequenz, akustische Einflüsse (Reflektionen, Hall, Raummoden) und akustische oder elektrische Störgeräusche. Alle nichtlinearen Signalprozessoren sollten bei einer Frequenzgangmessung ausgeschaltet werden (oder Bypass).

Die Kohärenzkurve

Die Kohärenzkurve zeigt sich als rote Kurve im oberen Teil des Frequenzganganzeige, wenn die Option **Show Coherence Trace** im *Frequency Response* Dialogfenster ausgewählt ist.

Die Kohärenzkurve wird in der oberen Hälfte des **Freq. Resp.-**Fensters angezeigt, wobei die Mittelinie dem Wert der 0% und der oberste Bereich der Anzeige dem Wert von 100% (perfekte Kohärenz) entspricht. Wenn man mit der Maus über die Kurve fährt, werden die jeweiligen Werte des Datenpunktes oberhalb des Fensters in Rot angezeigt.

Sichtbarkeit der Kohärenz

Coherence Blanking ist eine Technik, bei der *nicht* auf die Werte geschaut wird, deren Kohärenz zu gering ist. *Coherence Blanking* ist ähnlich dem *Magnitude Thresholding* (siehe unten), arbeitet aber mit Kohärenzwerten anstatt mit der Signalstärke. Die Parameter von *Coherence Blanking* sind im Bild 3-8 zu sehen und werden im Optionendialog des *Frequency Response* Fensters ausgewählt.

Die drei Kontrollparameter von *Coherence Blanking* sind:

Solid Above: Die Kohärenzkurve wird mit einer festen roten Linie gezeichnet, wenn der Kohärenzwert oberhalb des eingestellten Wertes liegt. Dieser Wert beträgt in der Regel 80% und führt damit zu zuverlässigen Ergebnissen bei akustischen Messungen unter idealen Umständen.

Invisible Below: Die Kohärenzkurve wird nicht angezeigt, wenn sie sich unterhalb dieses Wertes befindet. Der Wert ist im Normalfall mit 10% eingestellt.

Transparent in between with minimum opacity: Die Frequenzgänge (Magnitude und Phase) werden, basierend zur Kohärenz, mit variabler Transparenz gezeichnet, wobei die höheren Werte undurchlässiger und die niedrigeren Werte transparenter sind. Der minimale undurchlässige Wert stellt sicher, dass alle Datenkurven bis hinunter zum akzeptablen Kohärenzwert (dem **Invisible Below** Schwellwert), deutlich sichtbar bleiben. In der Standarteinstellung ist dieser Wert auf 30% gesetzt.
Unter schwierigen Betrachtungsumständen können Sie diesen Wert auch höher einstellen, damit Daten mit geringer Kohärenz sichtbar sind. Bei einem Wert von 100% ist die Funktion *Coherence Blanking* ausgeschaltet.

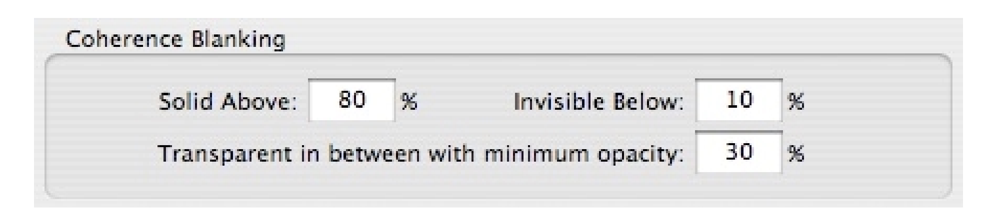


Bild 3-8 *Coherence Blanking* im **Freq. Resp.** Optionenfenster

3.2.8 Magnitude Schwellwert

Magnitude Thresholding ist eine andere Art und Weise, wie man nicht wünschenswerte Daten von Frequenzgangsmessungen so limitiert, dass bei einem gesetzten Schwellwert im Referenzsignal, die ankommenden Messdaten unterhalb dieser Grenze zurückgewiesen werden. Smaart 6 betrachtet jeden Frequenzdatenpunkt im Referenzsignal und wenn er unter den Schwellwert fällt, wird dieser Punkt grafisch nicht im Magnitudenfenster angezeigt.

Es gibt zwei Vorteile beim Auffinden des richtigen Schwellwertes, besonders wenn Smaart 6 in einer lauten Umgebung verwendet wird:

- Es hilft dabei, Daten vom Bildschirm fernzuhalten, die nicht vom System entstanden sein können, das gemessen wurde. Wir gehen davon aus, dass, wenn bei einer bestimmten Frequenz nichts in das System gegeben wurde, wir auch nichts aus dem System bei dieser Frequenz bekommen sollten.

- Da der letzte gültige gemessene Datenpunkt auf dem Bildschirm bleiben sollte bis er durch neue ersetzt wird, verhindert *Magnitude Tresholding* das „Explodieren „ der Kurve, wenn das Musikstück endet oder das Testsignal gestoppt wird. Dies bedeutet, dass die Kurve einige Sekunden braucht um sich nach dem Start der Messung zu stabilisieren. Wenn das nicht eintrifft, muss der Wert von *Magnitude Tresholding* heruntergesetzt werden.

Magnitude Thresholding arbeitet intelligenterweise mit der Mittelungsfunktion einer Datenkurve zusammen, um zu garantieren, dass nur gültige Daten zu einer Mittelungsberechnung beitragen. Wenn z.B. eine bestimmte Frequenz den Schwellwert überschreitet, aber beim nächsten Update nicht, wird der letzte Wert der Mittelung beibehalten, so dass die Frequenzkurve nicht abrupt verschwindet.

3.3 Verzögerungs- und Impulsantwortmessungen

Im Modus **IR Analysis** misst und stellt Smaart 6 die Impulsantwort eines SUT dar. Die Impulsantwort wird hauptsächlich dazu gebraucht, einen Zeitversatz (Delay) zwischen den beiden Eingangskanälen zu bestimmen. Die Grafik der Impulsantwort zeigt eher die Energie gegen die Zeit gerechnet, als Energie gegen die Frequenz, wie es im Analysermodus geschieht (RTA, Frequenzgang). Das Ergebnis der Impulsantwortmessung kann als (PC).wav oder (Mac).aiff Datei gespeichert werden.

Wie bei einer Frequenzgangmessung in Echtzeit, nimmt auch die Impulsantwortberechnung an, dass die Soundkarte zwei gleiche Signale empfängt, die aber unterschiedliche Wege zurücklegen (siehe Bild 3-9). Die Audiodaten werden von den Eingängen aufgenommen und unter Einsatz der Übertragungsfunktion berechnet und in den Frequenzbereich transformiert. Das Ergebnis wird anschließend zurück in den Zeitbereich transformiert (Inverse FFT = IFT).

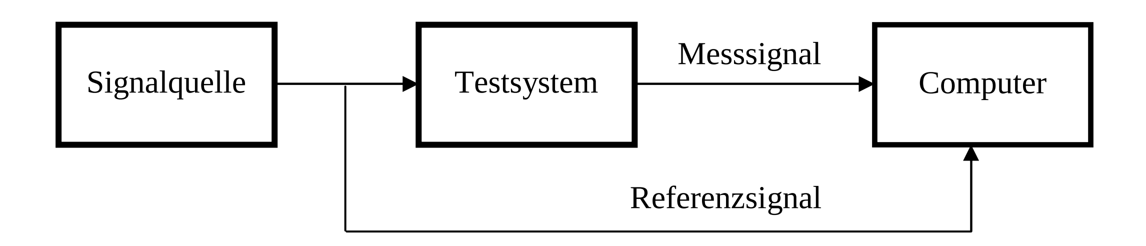


Bild 3-9 Blockdiagramm einer Impulsantwortmessung

Diese Technik erfordert eine Zeitkonstante (TC) der Messung (auch Zeitfenster genannt), die länger ist, als die Gesamtausschwingzeit des SUT, zuzüglich der gesamten Durchlaufzeit des Systems und der Zeit die es braucht, um von der Quelle bis zum Messmikrofon zu gelangen. Da TC = FFT-Größe/SR bedeutet, beträgt bei einer SR = 48kHz und einer FFT-Größe = 32.768, die Zeitkonstante TC = 683ms. Dieses stellt ein genügendes Zeit-fenster für kleine und mittlere Räume zur Verfügung. Große und/oder sehr reflektierende Räume (mit sehr langen Ausschwingzeiten) erfordern ein größeres Zeitfenster.

Die Größe der Zeitkonstante kann durch Vergrößerung der FFT-Größe oder durch Verkleinerung der SR erhöht werden, aber beachten Sie bitte, dass bei der Verkleinerung der SR auch der Hochtonanteil in der resultierenden Impulsantwort begrenzt wird (dies kann in einigen Fällen durchaus sinnvoll sein). Wenn Sie sich über die Ausschwingzeit des Raumes oder des SUT unsicher sind, dann besser die TC etwas zu lang als zu kurz einstellen. Obwohl es dann länger dauert, die Daten zu berechnen und die Messung ein unnötigerweise langes Geräusch produziert, so erhöht sich mit jeder Verdoppelung der TC der S/N um 3dB.

3.3.1 Parameter der Impulsantwortmessung

Die FFT Parameter einer Impulsantwortmessung unterscheiden sich etwas von denen, die im Echtzeitmodus für Spektrum und Frequenzgangmessung angeboten werden. Merken Sie sich das Verhältnis zwischen FFT und TC (TC=FFT-Größe/SR).

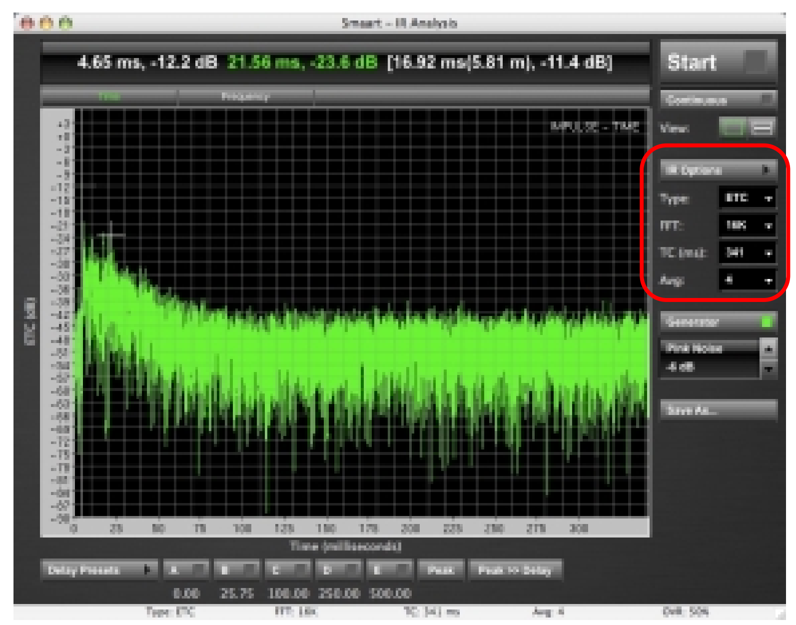


Bild 3-10 Impulsantwortfenster

> ***Hinweis:*** *FFT Frequenzauflösung (FR) wird nicht im Impulsmodus dargestellt, da die Impulsantwort im Zeitbereich angezeigt wird.*

Typen

Selektieren Sie den gewünschten Type: **Log, Lin, ETC**.

FFT

Selektieren Sie die FFT-Größe von 128 bis 512k Punkten. Beachten Sie, dass eine Veränderung der FFT auch die Zeitkonstante (TC) beeinflusst.

TC

Zeigt die Zeitkonstante für eine selektierte FFT-Größe. Eine Veränderung der Zeitkonstanten von dieser Liste ist auch ein Weg, die FFT-Größe zu verändern.

Averages (Avg)

Dieses Feld stellt die FFT Frames der Aufzeichnung ein. Für einen Wert größer als 1 sammelt der Rekorder die spezifizierte Zahl der Frames, um sie zur Berechnung der finalen Messung zu mitteln. Der Hauptgrund für diese Messart ist die Geräuschunterdrückung: jede Verdoppelung der Mittelung erhöht den S/N der Messung um 3dB eines SUT, bis hinunter zum tatsächlichen Geräuschboden, welcher höher ist.

3.3.2 Arbeiten mit Impulsantwortdaten

Bei einem Klick auf die **IR Analysis** Taste innerhalb des Echtzeitfensters, springt ein neues Impulsantwortfenster auf. Die Messung startet nachdem Sie **Start** gedrückt haben. Die Impulsantwortmessung geschieht und stellt die Ergebniskurve, unter der Berücksichtigung der von Ihnen eingestellten Parameter im Optionenfenster **Impulse/Locator** und im Impulsantwortfenster, grafisch dar. Das Ergebnis kann im Zeit- und im Frequenzbereich angezeigt werden.

Time: Klicken Sie auf die **Time** Taste oberhalb des Anzeigenfenster, um die Amplitude (dB Y-Achse) gegen Zeit (ms X-Achse) anzuzeigen. In der Grundeinstellung entspricht der X-Achsenbereich gleich TC (FFT/SR) und ist vergrößerbar (Zoom).

Frequenzy: Klicken Sie auf die **Frequency** Taste um die Amplitude (dB Y-Achse) gegen Frequenz (Hz X-Achse) anzuzeigen. Die Grundeinstellung im X-Achsenbereich ist gleich SR/2 (Nyquist Limitierung) und auch grafisch skalierbar.

Parametertypen

Das Auswahlfenster **Type** bestimmt die Darstellung der Y-Achse für die Frequenz- und Zeitanzeige.
Lin: die Werte der Amplitudenskala der Y-Achse werden als linearer Prozentsatz, ausgehend von digitaler Vollaussteuerung, angezeigt.
Log oder ETC(Energy Time Curve): die Amplitudenwerte werden logarithmisch in dB skaliert.
Lin und **Log** Amplitudenskalierungen sind verschiedene Betrachtungsarten, um auf eine Impulsantwort im Zeitbereich zu schauen. Die gebräuchlichste ist die logarithmische Skalierung und gleichzeitig auch die Grundeinstellung bei der Ansicht einer Impulsantwortanzeige.

Auf den ersten Blick sieht die **ETC** Ansicht der **Log** Ansicht sehr ähnlich, aber es gibt einige wichtige Unterschiede. Bei einer **IR** Messung gibt es zwei Probleme, um die Zeitverzögerung und Reflektionen zu bestimmen:

- Eine volle Wellenform mit einer einzelnen Ankunft hat positive und negative Komponenten.
- Energie mit einem Phasenwinkel von 90° oder 270° scheint eine Amplitude von Null auf einem zweidimensionalen Oszillogramm zu haben.

Selbst wenn die **IR** logarithmisch angesehen wird, zeigt sich ein einzelnes Ereignis mit mehrfachen Spitzen und Nullen dazwischen. Der **ETC** ist der Umschlag einer Impulsantwort, die auf einer logarithmischen Skala grafisch dargestellt wird. Phaseninformationen werden weggeworfen und die Ankunft der Energie von einer einzelnen Quelle neigt dazu, sich als einzelne Spitze zu zeigen. Gerade wenn Zeitmessungen im tieffrequenten Bereich statt-finden, kann die **ETC** häufig mehr exakte Informationen als die **IR** zur Verfügung stellen.

Die erste große Spitze einer Impulsantwort oder ETC-Kurve ist normalerweise die höchste Magnitude und entspricht der Ankunftszeit der Energie. Die Zeit vom Anfang der Messung bis zu diesem Punkt bezeichnet man als gesamte Verzögerungszeit (elektrisch und akustisch) durch ein SUT (System unter Test).

In Smaart 6 wird der verriegelte Cursor automatisch auf die höchste Spitze nach einer durchlaufenden Messung gesetzt und die Position des Cursors oberhalb der Anzeige dargestellt. Nach dem die Position angezeigt wird, kann man mit einer Betätigung von **Shift+Space Bar** diese Verzögerungszeit als interne Signalverzögerung festlegen. Zur Anzeige oder Bewegung des verriegelten Cursor drückt man **Cmd/Ctrl+Click** auf die gewünschte Zeitposition oder benutzt die *Find Peak* (**Shift+P**) Funktion, um wieder zum höchsten Punkt zurückzukehren.

Beachten Sie, dass, wenn die Funktion **Locked Cursor** ausgewählt ist und Sie mit der Maus über die Kurve in der Anzeige ziehen, Sie den relativen Unterschied der beiden Positionen in Amplitude- und Zeitkoordinaten angezeigt bekommen. Diese Eigenschaft liefert eine bequeme Methode beim Auffinden von Amplituden- und Zeitunterschieden im Anzeigefenster der Impulsantwort.

Smaart 6 Impulsantwortmessungen können unter Windows als .wav und unter Mac als .aif Datei gespeichert werden. Durch Klicken der Taste **Save As** kann nach einer Messung die o.g. Datei erzeugt werden.

3.3.3 Automatische Verzögerungsberechnung

In Smaart 6 wird ein Zeitoffset (Verzögerung) zwischen den beiden Inputsignalen mittels einer Impulsantwortmessung gefunden. Diese Messung kann entweder im IR Analysis – Modus oder direkt im Modus Spektrum oder Frequenzgangmessung gestartet werden. Für diese Messung muss ein Referenz- und Messsignal anliegen.

Die Funktion *Auto-Locator* wird durch einen Klick auf die **Auto Sm** (Auto-Locate kurz) oder auf **Auto Lg** (Auto-Locate lang) Taste ausgelöst, die sich unterhalb des Anzeigen-fensters der Zeitverzögerung befindet. Die Optionen kurz oder lang beziehen sich auf das Zeitfenster bei dieser Messung. Die zwei Optionen werden angeboten, da die Technik von Smaart eine Verzögerungszeit zu messen, sehr empfindlich auf die Abklingzeit eines SUT reagiert. Das minimale Zeitfenster für eine Verzögerungsmessung muss erheblich länger sein, als die zu erwartende Verzögerungszeit, die Sie messen wollen. Für möglichst gute Resultate, besonders bei Messungen mit tiefen Frequenzen, sollte das Fenster die räumliche Abklingzeit übersteigen (in diesem Fall beinhaltet das SUT den Raum).

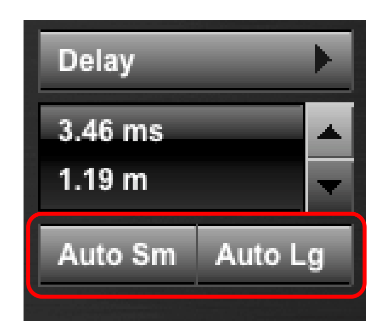


Bild 3-11 Auto-Locator Tasten

In der Grundeinstellung betragen die Werte des Zeitfensters für **Auto Sm** und **Auto Lg** jeweils 300ms bzw. 3s. Die Einstellung **Auto Sm** ist für Verzögerungsmessungen von elektrischen Geräten oder akustischen Messungen in kleinen bis mittleren Räumen passend. Die Einstellung **Auto Lg** genügt für akustische Messungen. In mittleren bis großen Räumen muss aber möglicherweise erhöht werden, um in sehr großen Hallen oder sehr halligen Räumen zu messen. Die Größe von kleinen und langen Zeitfenstern wird bestimmt durch die Samplerate und der FFT-Größe, die im Optionenfenster unter *Delay* ausgewählt wurde.

Der *Automatic delay locator* ist vorwiegend zum Auffinden und zur Kompensation von Zeit-offset zwischen Referenz- und Messsignal zu gebrauchen, aber ist zweifellos auch für andere Zwecke nützlich. Nachdem eine Messung durchlaufen ist, erscheint ein Dialogfenster, welches zum Einfügen der entsprechenden Zeit im Referenzkanal auffordert.

3.4 SPL Messungen

Smaart 6 empfängt seine digitalen Signale vom Eingang des A/D-Konverters, aber ohne zu wissen, mit welchem Spannungsbereich oder welcher Verstärkung innerhalb der Signal-kette gearbeitet wird. Um präzise SPL Messungen mit Smaart durchzuführen, muss der Analyser zuerst mit einer externen Referenz kalibriert werden.

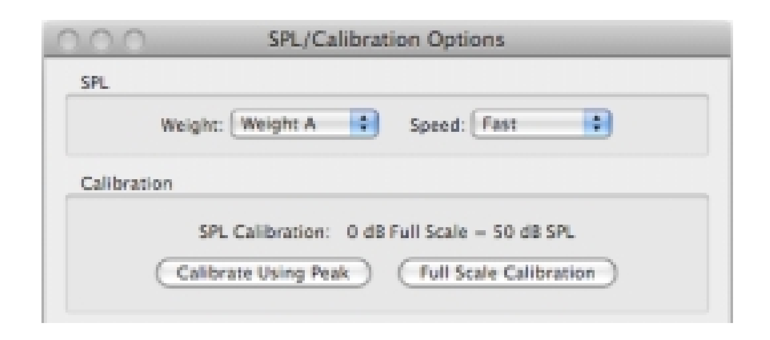
3.4.1 Ablesen von SPL/Signalpegel

Oberhalb der Eingangspegelanzeige (oben rechts im Hauptfenster), wird die numerische Amplitude von einem oder beiden Eingangssignalen angezeigt. Im Echtzeitmodus mit einem auf SPL kalibrierten Smaart 6, emuliert diese Anzeige den Standard *Sound Level Meter* (SLM) nach ANSI/IEC Norm.

> ***Hinweis:*** *SPL Messungen sind nur gültig, wenn Smaart 6 auf SPL kalibriert ist (siehe Seite 57). Weil diese Anzeige nur einen Eingang zu einer Zeit wiedergibt, sollte dieser Eingangkanal ein Mikrofonsignal repräsentieren, um auf SPL zu kalibrieren.*

Die Pegel/SPL Signalanzeige zeigt den Kanal der unter **SPL Source** im Optionenfenster von Audio I/O gekennzeichnet ist. Wenn Smaart 6 auf SPL kalibriert ist, kann die Anzeige zwischen A-Gewichtung, C-Gewichtung oder *flat* (ungewichtet) eingestellt werden, basierend auf der aktuellen FFT mit einer Einstellmöglichkeit von *Slow*, *Fast* oder *Impulse*.

Die Anzeige der Taste direkt oberhalb der numerischen SPL/Pegelanzeige zeigt die aktuelle Einheit/Gewichtung, den Kalibrationstyp und die Zeitintegrationseinstellungen an. Diese Parameter können mit einem Klick auf diese Taste und dem sich anschließend öffnenden Dialogfenster verändert werden.



Wenn Smaart 6 in der Grundeinstellung das *Full-Scale* Kalibrationsschema benutzt (basierend auf *Full-Scale* des A/D-Konverter im Eingang), wird in der Anzeige *dB Full Scale* dargestellt. Hingegen erscheint bei einer Kalibration auf SPL in dieser Anzeige *SPL*. Die aktuell ausgewählte Gewichtung (A, B, C oder Flat) erscheint zuerst, gefolgt von der SPL Integrationszeit (Fast, Slow oder Impulse). Im Bild 3-12 sehen Sie eine Anzeige mit *SPL calibration*, *A-weighting* und einer *Fast integration time.*

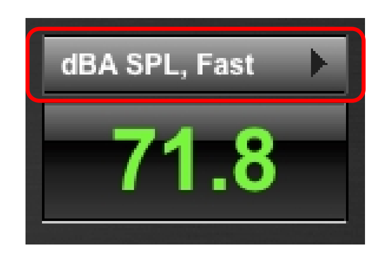


Bild 3-12 Einheiten/Optionentaste oberhalb der Signalpegel/SPL Anzeige.

Die **Fast** und **Slow** Integrationszeitoptionen emulieren die standardisierten Integrationskreise von Hardware Signalpegelanzeigen so nah wie möglich. Smaart 6 hat nun, im Gegensatz zu Version 5 (**Inst** Option), eine Zeitauflösung im Model ANSI/IEC standardisierten Impulsiven (**Imp**) Integration.

3.4.2 SPL Kalibration

In der Grundeinstellung ist Smaart 6 auf *A/D Full Scale* kalibriert, wobei 0dBFS als maximale Magnitude der Soundkarte betrachtet wird. Folglich wird ein Sinussignal, welches mit gleicher Amplitude zur maximalen Eingangsspannung des A/D –Wandler´s anliegt, in der RTA-Anzeige mit 0dB Peak der entsprechenden Sinuswellenfrequenz angezeigt.

Alle Magnitudenwerte werden in der Grundeinstellung *Full Scale*, ausgehend vom maximalen Eingangspegel 0dB, mit *dB down* bezeichnet. Die Signalpegel/SPL Anzeige oberhalb der Pegelmeter zeigt immer negative Werte im Bezug auf *Full Scale* an. Wenn Smaart 6 auf SPL kalibriert ist, verändert sich dieser Eintrag zu *SPL* und der dB Wert ist normalerweise positiv.

Um akkurate SPL Messungen mit Smaart 6 durchzuführen, muss die RTA-Anzeige zu einer externen Referenz kalibriert sein. Die Signalpegelanzeige zeigt den jeweils im Audio I/O Dialogfenster unter **SPL Source** ausgewählten Eingang an. Dieser sollte normalerweise bei einer SPL-Messung das Signal eines Mikrofons im linken Messkanal übertragen.

SPL Kalibrationsmethode

Die bestmögliche Art mit Smaart 6 eine SPL Kalibration durchzuführen, erfordert einen Pistonphone Schallpegelkalibrator. Der Kalibrator muss dazu möglichst luftdicht über die Mikrofonkapsel gesteckt werden.

Hinweis: *Wenn der Kalibrator nicht mit einem Adapter ausgestattet ist, die Ihnen eine akkurate Anpassung mit Ihrem Messmikrofon ermöglicht, dann sprechen Sie bitte den Hersteller des Kalibrators oder des Mikrofons an, um eventuell einen zusätzlichen Adapter zu erwerben.*

1. Wählen Sie die RTA-Anzeige aus und Klicken Sie auf die Taste **Start**.

2. Unter *Spectrum* > *Scale* wählen Sie 1/3 Octave aus.

3. Stecken Sie das Mikrofon in den Kalibrator und schalten Sie ihn an. Steuern Sie die Vorverstärkung des Mikrofons so aus, dass der Eingangspegelmeter in Smaart bis ca. -12dB ausschlägt.

4. Wenn sich die Pegelspitze stabilisiert hat, klicken Sie auf die oberste Taste oberhalb der Pegel/SPL-Anzeige um in das Optionenmenü zu kommen und wählen dort **Calibrate Using Peak** aus.

   Smaart 6 findet automatisch den höchsten Pegel der Magnitude innerhalb der RTA-Anzeige. Im Fenster *Amplitude Calibration* Fenster erscheint der Wert der höchsten Frequenz.

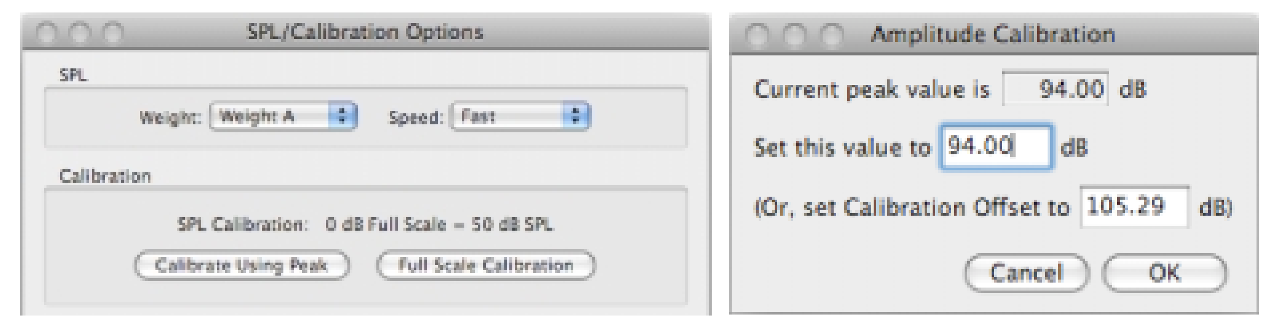


Bild 3-13 Optionenfenster für SPL- (links) und Amplitudenkalibration (rechts).

5. Die Anzeige **Set this value to** sollte bereits markiert sein, so dass Sie nur noch den korrekten Wert des Kalibratorausgangs, typischerweise 94, 104 oder 114dB, eingeben müssen.

6. Klicken Sie auf **OK** um die Eingabe zu bestätigen und den Dialog zu verlassen.

Sobald die Dialogbox geschlossen ist, sind alle Spektrumfenster automatisch zur aktuellen Kalibration neu skaliert und im Anzeigefenster der Signalpegel wird nun *SPL* angezeigt. Smaart 6 kann nun akkurate SPL Messungen für Spektrum und Frequenzgang durchführen. Impulsantwortmessungen benutzen immer *Full Scale* Kalibration.

Hinweis: *Wenn die Vorverstärkung des Mikrofons, der Mischpultkanal oder die Spannungsschwingung des A/D-Wandlers verändert wird, muss eine erneute Kalibration durchgeführt werden. Seit dem Smaart 6 für die Kalibrationsschemen „technische Maßeinheiten“ benutzt, kann dieser Vorgang mit jedem Signal und dessen bekannter Amplitude erfolgen.*

SPL Kalibration ohne Kalibrator

Wenn Sie keinen Mikrofonkalibrator zur Hand haben, anstelle dessen aber einen Schallpegelmesser (SLM), können Sie Smaart 6 auch damit kalibrieren, um relativ gute SPL-Messungen durchzuführen. Die anschließende einfache Prozedur einer „quick and dirty“ Kalibration beansprucht nur eine Minute.

1. Klicken Sie auf die Optionentaste oberhalb der SPL-Anzeige und anschließend auf **Calibrate Using Peak** um das Fenster *Amplitude Calibration* zu öffnen.

2. Unter **Calibration Offset** geben Sie den Wert 1 dB ein, danach klicken Sie **OK** um die Eingabe zu bestätigen und den Dialog zu beenden.

3. Klicken Sie die Optionentaste oberhalb der SPL-Anzeige erneut und setzen die Parameter **Weight** und **Speed** gleich denen des Schallpegelmessers. Eine langsame Integrationszeit (unter Speed) erleichtert die folgenden Schritte.

4. Klicken Sie auf **OK** zur Bestätigung und Beendigung.

5. Platzieren Sie das Messmikrofon und den Schallpegelmesser sehr nah zusammen im gleichen Abstand zum Lautsprecher (ca. 5-20cm) und starten anschließend den Testton (Sinuston oder Pink Noise).

6. Starten Sie Smaart und den SLM und beachten Sie die SPL-Anzeige an beiden Geräten.

7. Subtrahieren Sie die Smaart-Anzeige dem Wert des SLM, danach addieren Sie 1 zur Differenz. Dies entspricht dem neuen *Calibration Offset*.

8. Öffnen Sie den *Amplitude Calibration* Dialog (wie in Schritt 1) und geben den eben in Schritt 7 ermittelten Wert ein.

9. Starten Sie Smaart und den SLM erneut und vergleichen Sie die SPL-Anzeige. Diese sollten nun übereinstimmen. Falls nötig, müssen Sie die Schritte wiederholen, um zu einem gültigen Ergebnis zu gelangen.

3.5 Speichern und Laden von Messdaten

Es ist möglich, statische *Snapshots* einer Messkurve im Modus **Spectrum** oder **Freq.Resp.** zu speichern und zu laden. Wir empfehlen diese Daten in einem, jeweils dem Projekt zugehörigen Ordner abzulegen.

3.5.1 Speichern einer Referenzkurve

Klicken Sie auf **Capture** im oberen Teil der Anzeige oder drücken Sie die Leertaste ihrer Tastatur. Anschließend öffnet sich ein neues Dialogfenster, in welchem Sie den Dateinamen in dem von Ihnen gewählten Ordner eingeben sollen. Das Textfeld ist in der Grundeinstellung aktiv, so dass ein sofortiges Überschreiben möglich ist. Drücken Sie nun **OK** oder die **Enter** –Taste um die Sicherung zu beenden. Im Anzeigefenster erscheint nun die gespeicherte Messkurve.

Wenn Sie mit dem Dateinamen nicht zufrieden sind oder den Zielordner verändern möchten, ist das nachträglich möglich.

Wenn Sie einen Dateinamen benutzen, der nicht mit der Kurvenbeschreibung übereinstimmt, klicken Sie auf das Feld **File Name** und schreiben einen neuen Namen.
Diese Funktion arbeitet nur in eine Richtung und auch nur dann, wenn der Dateiname und die Beschreibung schon identisch waren.

3.5.2 Laden einer Referenzkurve

Wenn Sie **Load** klicken, öffnet sich ein Dateidialog mit *.ref* Dateien, der zuletzt geöffnet wurde. Außerdem wurde ein Feld für eine Dateibeschreibung zugefügt, um das Suchen zu erleichtern. Sowohl bei Windows wie auch Mac ist das Öffnen von mehreren Dateien möglich, indem man die **Shift** oder **Ctrl/Cmd** (Win/Mac) Taste drückt, um die nachfolgenden Dateien auszuwählen. Klicken Sie auf die **Open** –Taste, wenn Sie Ihre Auswahl beendet haben.

3.5.3 Arbeiten mit Referenzkurven

Klicken Sie auf die Legend – Taste oberhalb der Anzeige. Ein Dialogfenster mit den aufgelisteten Live Kurven und den aktuell geladenen gespeicherten Referenzkurven erscheint. Die Titel der Dialogfenster variiert mit dem aktuell eingestellten Anzeigemodus: Magnitude, Phase oder RTA Anzeige (Bild 3-14). Selektieren Sie die gewünschte Datei und klicken anschließend auf **Open.** Auch hier ist es möglich, mehrere Dateien mit Hilfe der **Shift** oder **Ctrl** -Taste auszuwählen.

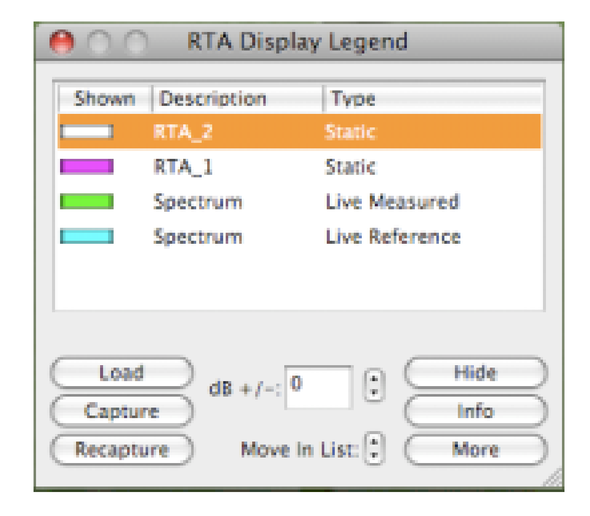


Bild 3-14 Legenden Dialogfenster

Die Anzeigereihenfolge (Z-Achse, oder vorne zu hinten) einer selektierten Datei kann mittels der **Move** –Taste (up/down Pfeile) verändert werden. Die Taste **Hide** blendet die aktuelle Datei aus. Bei einem Klick auf **Show** erscheint wieder diese ausgeblendete Datei. Die Live Kurven können ebenfalls ausblendet oder angezeigt werden. Mit der Taste **Delete** wird eine statische Kurve in der Anzeige gelöscht.

Hinweis: *bei einem Rechtsklick auf eine statische Kurve erscheint folgendes Kontextmenü:* ***Hide, Info, Save ASCII, Remove****. Bei einem Rechtsklick auf eine Live Kurve gibt es nur die Show/Hide Option.*
Man kann auch die Reihenfolge und die Option Show/Hide mit einem Klicken auf die Anzeigenfarbe (Shown) der einzelnen Dateien verändern!

Dateien können im ASCII-Format gespeichert werden, um sie später in eine Kalkulationstabelle zu importieren oder jedem anderen Programm, welches ASCII akzeptiert, zugänglich zu machen. Selektieren Sie die gewünschte Datei und drücken anschließend **Save ASCII** unter der Option **More**.

Sie können auch einen vertikalen Offset (Amplitude) einer Datei mittels der **dB +/-** Taste verändern. Mit der Taste **Load** können weitere Dateikurven geladen werden. Wenn Sie die **Info** Taste klicken, erhalten Sie die Informationen einer Datei angezeigt (Bild 3-15).

Dieser Dialog hat eine Kontrolle: unter **Weighting** können Sie die Gewichtungskurve einer Dateikurve verändern. Durch klicken der **Apply** Taste sehen Sie sofort die Veränderung. Mit **OK** können Sie diese bestätigen und den Dialog beenden.

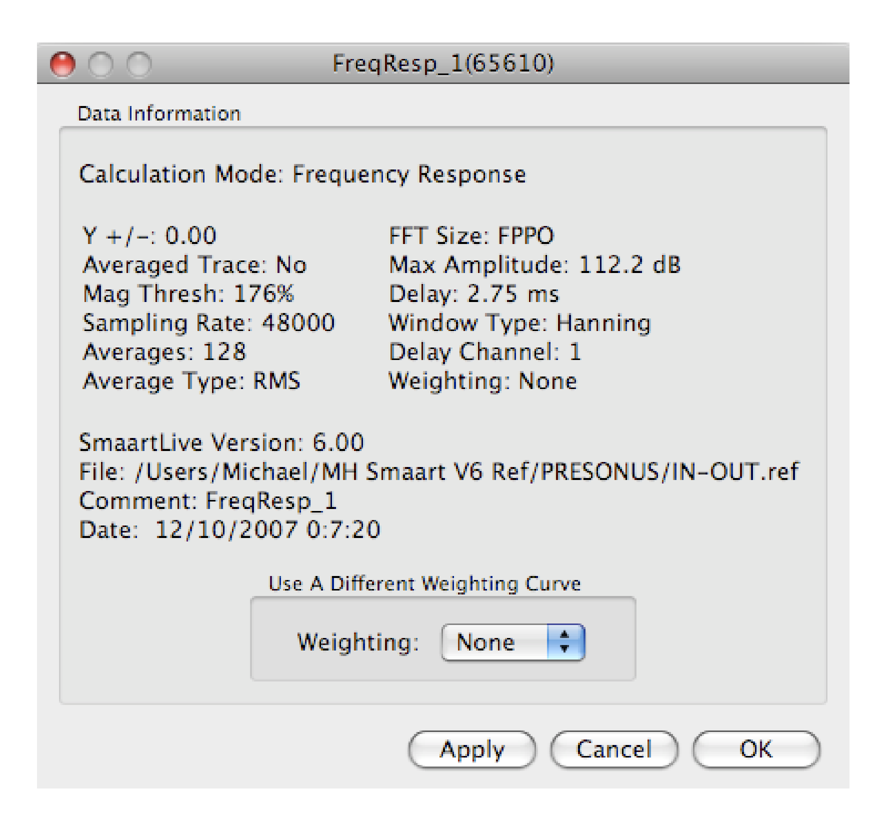


Bild 3-15 Informationsdialog

3.5.4 Mittelung von Referenzkurven

Die RTA, Magnitude und Phasenkurven können auch gemittelt werden. Dazu selektieren Sie zwei oder mehrere Kurven aus, anschließend drücken Sie auf **Average** unter dem Dialogpunkt **More**. Die neue resultierende Kurve können Sie abspeichern und als einzelne Kurve anzeigen.

3.6 Interne Zeitverzögerung

Die interne Zeitverzögerung in Smaart 6 kann bis zu 750ms an einem der beiden Eingangskanäle betragen. Diese ist hauptsächlich zur zeitlichen Signalanpassung zwischen Referenz und Messsignal bei einer Frequenzgangmessung gedacht. Die **Delay** Voreinstellungen können im Dialogfenster im Reiter **Delay** verändert werden. Erreichen können Sie die Voreinstellungen unter **Options** > **Delay** oder indem Sie im Anzeigefenster direkt auf **Delay** klicken. Die Zuweisung der Verzögerung ist in der Grundeinstellung dem Referenzsignal zugeteilt (siehe Seite 99 für weitere Erklärungen der *Delay Options*).

In Smaart 6 ist die interne Zeitverzögerung ordentlich in die *Delay Auto-Locator* und die *Impulse* Funktion integriert. Jedes Mal wenn die *Delay Auto-Locator* Funktion durchläuft, kann der ermittelte Wert nach Beendigung, der internen Verzögerung zugeordnet werden. Setzen Sie den *Locked Cursor* mit Ctrl-Klick an die gewünschte Position in der Anzeige. Bei einem Klicken auf **Options**>**Delay** wird der aktuelle Wert in ms im Optionenfenster angezeigt.

Im Modus Impulsmessung haben die *Delay Presets* eine andere Funktion. Wenn Sie in diesen Modus umschalten, sehen Sie unterhalb des Anzeigefensters ein Register mit fünf *Delay Presets*. Beim Klicken auf die Felder A – E erscheint ein Dialogfenster, um die gewünschte Verzögerungszeit einem der Presets zuzuordnen, und die Position wird im Anzeigefenster mit einer vertikalen gestrichelten Linie angezeigt.
Die Taste **Peak** setzt den Cursor auf den höchsten Wert der Messung. Mit Hilfe der Taste **Peak** >> **Delay** wird der aktuelle Wert der Verzögerung automatisch in das Verzögerungsfenster der Frequenzgangsmessung gesetzt.



Bild 3-16 *Delay Presets* im Impulsantwortfenster

3.7 Interner Signalgenerator

Wenn Ihre Soundkarte für *full-duplex operations* (hiermit ist das gleichzeitige Abspielen und Aufnehmen gemeint) geeignet ist, dann können Sie in Smaart 6 den internen Signalgenerator benutzen. Klicken Sie auf das Feld unterhalb von **Generator** um die Voreinstellungen des Signalgenerators auszuwählen (siehe Bild 3-17). Der Signalgenerator kann mehrere verschiedene Stimulussignale erzeugen.

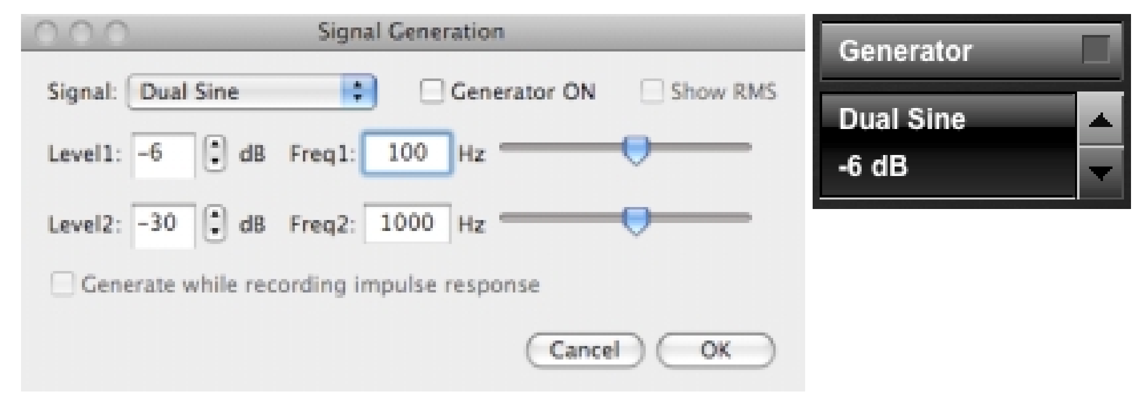


Bild 3-17 Dialogfenster vom Signalgenerator

Selektieren Sie die folgenden Testquellen der Signalliste:

- **Pink Noise:** Pseudozufälliges Rauschen mit gleicher Energie pro Oktave.
- **Sine Wave:** Mit dem Schieber oder einer direkten Wertangabe können Sie eine Frequenz von 20Hz – 24kHz einstellen. Benutzen Sie die **Level1** up/down Pfeile oder schreiben Sie einen Wert um den Pegel zwischen -90 dB und 0 dB zu wählen.
- **Dual Sine:** Benutzen Sie die Schieber für beide Sinuswellen oder schreiben Sie einen Wert zwischen 20 Hz – 24 kHz. Benutzen Sie **Level1** und **Level2** up/down Pfeile oder schreiben Sie einen Wert zwischen -96 dB – 0 dB.
- **Pink Sync:** Synchronisiertes Rauschen mit gleicher Energie pro Oktave. Die Sequenz wiederholt sich mit der Größe von jedem FFT-Intervall.
- **Pink Sweep:** Synchronisierte Sinuswelle als Schleife mit Rosaspektrum. Die Sequenz wiederholt sich mit jedem FFT-Intervall. Die Amplitude fällt 3dB/Oktave entsprechend der gleichen Energie pro Oktave.

Smaart 6 generiert Monosignale und sendet diese an einem oder zwei Ausgangskanäle, die im Dialogfenster **Audio I/O** ausgewählt sind. Allerdings empfehlen wir Ihnen nur einen Kanal zu benutzen und diesen physikalisch zu splitten, um Impulsantwortmessungen sowie Frequenzgangmessungen durchzuführen. Der Hauptgrund beruht darauf, dass oft ein kleiner aber messbarer Zeitversatz zwischen dem linken und rechten Ausgangssignal herrscht. Diese können Probleme bei Verzögerungs – und Phasenmessungen verursachen. Ausserdem können Sie, wenn Sie innerhalb des Computers splitten, nie absolut sicher sein, dass das Referenzsignal exakt mit dem identisch ist, das durch das SUT gesendet wird.

Synchrone Stimulussignale

Die synchronen Rausch- und Schleifen-Optionen (Pink Sync und Pink Sweep) im Signalgenerator von Smaart 6 konstruieren wiederkehrende Sequenzen von pseudo-zufälligem Rauschen oder logarithmische und sinusförmige Schleifen, die die gleiche Länge (in Samples) der aktuellen FFT besitzen.

Ein synchroner Stimulus ermöglicht auf FFT basierende Frequenz- und Impulsantwortmessungen mit dem Charakter einer Geräuschablehnung, wie sie mit MLS und TDS Messtechniken zu vergleichen sind. Zugleich mit dem Vorteil, ohne eine unbedingte Zeitfensterung oder einer größeren Mittelung auszukommen, wie sie bei einer FFT-Messung mit Einsatz von zufälligem Stimulus stattfindet.

Die rosagewichtete Spectraloption erzeugt einen Ausgang mit gleicher Energie pro Oktave – also mit einer gleichmäßigen Abnahme von 3dB pro Oktave im Vergleich zum lediglich zufälligen weißem Spectrum. Ein Signal mit spectraler Rosagewichtung erscheint als gerades Spectrum, wenn es im RTA-Modus angezeigt wird.

3.8 Gewichtungskurven

Einige Audiomessungen sowie Systemapplikationen erfordern eine Art von frequenzabhängiger Gewichtungskurve (z.B. ANSI/IEC A und C). Gewichtungskurven sind für verschiedene Applikationen kreiert worden, angefangen vom Kinoton bis zu Maskierungssystemen von Bürogeräuschen.

Smaart 6 beinhaltet standardisierte Gewichtungskurven A und C, sowie auch X und Inv X in der RTA-Anzeige, sowie auch in der Signalpegelanzeige. Beachten Sie, dass Sie die Gewichtung für Spektrummessungen und Frequenzgangmessungen unabhängig voneinander einstellen können.

Auch benutzerdefinierte Gewichtungskurven können in Impulsantwort - und Frequenzgangmessungen genutzt werden. Frequenzabhängige Gewichtungskurven sind normalerweise ähnlich zu Frequenzgangkurven in sofern, dass sie relative Differenzen in Frequenzen (z.B. +/- xdB, Frequenz für Frequenz) definieren. Smaart 6 erlaubt jede Referenzkurve mit 1/24-Oktav FPPO als Gewichtungskurve. Alles was mit Smaart 6 ´s Frequenzgangmessung gemessen wird, kann als Gewichtungskurve benutzt werden. Dazu muss einfach die Kurve im Unterordner **Weighting** vom EAW Smaart 6 Programmordner gespeichert werden. Beim Starten von Smaart 6 wird dieser Ordner gescannt und die neue Kurve erscheint in der **Weighting** – Liste.

> ***Hinweis:*** *Diese Option ist bei Mac unter Programme > Smaart 6 > rechtsklick auf Smaart-Icon > Paketinhalt zeigen > Resources > Weighting, zu finden.*

3.9 Externe Gerätekontrolle

Hinweis: *Im Moment gibt es keine Gerätekontrolle unter Vista und MacOSX.*

3.9.1 Schnittstelle der externen Gerätekontrolle

Die Smaart 6 Schnittstelle zur externen Gerätekontrolle erlaubt eine direkte Kontrolle von ausgewählten fernsteuerbaren System-Controllern, EQ´s und anderen Geräten. Beim Gebrauch dieser Option ist es möglich, z.B. die EQ-Filter zu verändern oder auch andere Parameter zu verschieben. Die Veränderungen sind sofort in der Frequenzgang-Anzeige in Echtzeit zu sehen.

Die Unterstützung für diese Geräte geschieht mit „Plug-In" Dateien, die aus der Liste aus-zuwählen sind. Smaart kann nicht jedes mögliche Merkmal eines Gerätes verändern, die vielleicht durch die Bedienungskontrolle der Poti´s an der Frontblende oder der zusätzlichen Gerätesoftware möglich wäre. Die Anzahl dieser Parameter kann auch von Gerätetyp zu Gerätetyp variieren.

Wenn die Magnitude-Bildschirmanzeige aktiv ist, klicken Sie bitte **X** auf der Tastatur oder selektieren Sie **External Device Mode** vom **External Device** Menü.
Anschließend erscheint ein „fliegendes Kontrollfenster" des aktuell ausgewählten Gerätes. Wenn mehrer Geräte in Smaart 6 konfiguriert sind, wählen Sie das entsprechende Gerät unter **External Device** Menü aus.

Wenn Sie die Gerätekontrolle einschalten, erscheinen auf der Bildschirmanzeige des Magnitude-Fenster mehrere Marker, die sowohl die Frequenz und die *cut/boost* Positionen der EQ´s anzeigen. Dieser Filtertyp wird mit einem quadratischen Kästchen mit Fadenkreuz angezeigt. Hoch- und Tiefpassfilter erscheinen mit einem speziellen Marker, der die *roll-off* Richtung des entsprechenden Filters anzeigt.

Zusätzlich zu diesen Markern, wird eine zusammengesetzte Kurve aller ausgewählten Filter automatisch errechnet und grafisch dargestellt. Es kann in manchen Fällen vorkommen, dass die EQ - Kurve aus einer typischen *Textbook* Filterbeschreibung kalkuliert wird. Wenn Sie jedoch die aktuelle Frequenzgangkurve des Gerätes sehen möchten, dann messen Sie diese.

Die Filtereinstellungen an dem Remotegerät können mittels Klicken und Verschieben des Markers im Magnitude-Fenster mit der Maus justiert werden. Wenn ein Filter markiert ist, können Sie den Wert im „fliegenden Fenster" der Kontrollanzeige ablesen. Die Informationen variieren entsprechend des ausgewählten Filters, z.B. ob grafischer EQ oder parametrischer EQ mit veränderbarer Bandbreite.

Mit der Taste **Tab** oder **Shift+Tab** (für die umgekehrte Reihenfolge) können Sie auf alle im Bildschirm angezeigten Filter springen. Wenn ein Filter selektiert ist, erscheint die Mittenfrequenz (Hz), die Bandbreite (Okt.) und der +/- Wert (dB) in den oberen drei Feldern der Kontrollfläche für externe Geräte.

Filter mit dem Wert 0dB werden als ungebraucht betrachtet. Bei einigen digitalen Geräten werden ungenutzte Filter als freie Filter betrachtet und somit nicht angezeigt. Als *Shortcut* für einen Filtereinsatz dient hier die *Shift*-Taste zu drücken und mit der Maus auf den Bildschirm zu klicken. Hierbei wird automatisch der am nächstliegende Filter selektiert oder ein neuer Filter ausgewählt, abhängig vom Gerät.

Um den +/- Wert und die Mittenfrequenz (nur bei parametrischen Filter) eines selektierten Filters zu justieren, benutzen Sie die Pfeiltasten der Tastatur oder ziehen mit der Maus. Bei einem parametrischen EQ können Sie auch die Bandbreite verändern, in dem Sie bei gedrückter **Shift**-Taste die linke oder rechte Pfeiltaste klicken.

Die Filter können auch im Kontrollfeld des externen Gerätes durch betätigen der Pfeiltasten neben den entsprechenden Wertefeldern verändert werden. Einige Parameter können auch direkt in diesen Feldern editiert werden. Beachten Sie, dass die meisten fernsteuerbaren Controller die Filter in Stufen verändern und somit Smaart 6 den veränderbaren Wert auf den nächstmöglichen Wert justiert.

Hinweis: *Mehr Informationen über externe Geräte die von Smaart 6 unterstützt werden, erhalten Sie im PDF Format auf der Downloadseite „Treiber“ auf der Smaart Website: (http://www.eaw.com/smaart).*

3.9.2 Konfiguration von externen Geräten

Bevor Sie ein externes Gerät mit Smaart 6 kontrollieren möchten, müssen Sie dieses definieren. Unter **External Devices > Add** sehen Sie eine Liste der auswählbaren Geräte (in der Reihenfolge wie sie beim Starten erkannt werden).
Nachdem Sie ein Gerät selektiert haben, erscheint ein Konfigurationsfenster, in dem Sie die Kommunikationsparameter, die Namen der Kanäle, usw. einstellen können. Klicken Sie anschließend auf **OK**, wenn die Gerätedefinition beendet und zum **External Devices Menu** hinzugefügt worden ist.

Um auf das definierte Gerät zugreifen zu können, selektieren sie es vom Menü **External Devices,** und wählen einen Eingangs – oder Ausgangkanal aus. Wenn Sie auf **Remove** klicken (letzter Eintrag unterhalb der Kanalliste), wird die Gerätedefinition in diesem Menüpunkt gelöscht.

Kontrolle eines EQ eines externen Gerätes:

1. Verschieben Sie die Filtergriffe oder benutzen Sie die Filterkontrollen im Dialogfenster.

2. Mit einem Klicken auf **Flat** oder **All Flat** wird der einzelne Filter oder alle Filter wieder „auf 0“ gesetzt.

3. Mit der Option **Show Inverted** können Sie die Filterkurve des Gerätes invertiert anzeigen lassen. Diese Möglichkeit der Magnitudendarstellung ist im Falle einer sehr präzisen Filtereinstellung sehr hilfreich, da die Kurve exakt über die der Frequenz-magnitude als *Overlay* liegt.

4. Die gesamte Verstärkung des Ein/Ausgangskanals wird im Feld **Gain** justiert.

5. Mit der Taste **Recall** und **Store** im Programmfeld werden die Filtereinstellungen auf diesen Computer aufgerufen und gespeichert.

6. Klicken Sie auf **Sys Control** um die *System Control Options* des Gerätes zu öffnen. Je nach Gerätetyp variieren die Optionen sehr, sind aber für jeden selbsterklärend, der mit diesem Gerät vertraut ist.

3.10 Der gesicherte Cursor

Die Funktion *Locked Cursor* in Smaart 6 erzeugt eine feste Markierung an einem bestimmten Punkt in der Anzeige, die es Ihnen ermöglicht, die Unterschiede zweier Datenpunkte präzise zu bestimmen. Wenn der *Locked Cursor* präsent ist, sehen Sie oberhalb der Anzeige drei Cursorwerte von links nach rechts dargestellt: die *Locked Cursor* Position, die aktuelle Mausposition und den Unterschied dieser beiden Positionen.

In der RTA und Magnitudenanzeige kann der *Locked Cursor* so konfiguriert werden, dass die harmonischen und subharmonischen Frequenzen der ausgewählten Frequenz angezeigt werden (Tastatur H). Im *Impulse Modus* wird der *Locked Cursor* automatisch am höchsten Datenpunkt der Impulsantwortmessung gesetzt und die Verzögerungszeit angezeigt.

Um einen *Locked Cursor* an der aktuellen Mausposition anzuzeigen, müssen Sie bei gehaltener **Ctrl/Cmd**-Taste einen Linksklick auf diese Position durchführen. Die Funktion gilt für alle Anzeigefenster, außer die der Spektrographanzeige.
Hiermit wird der Cursorwert im oberen Teil der Anzeige dargestellt. Anschließend kann man die Maus z.B. auf eine andere Position verschieben und automatisch werden der aktuelle Wert der Mausposition sowie der Unterschied zum *Locked Cursor* angezeigt. Um die Funktion wieder aufzuheben, kicken Sie **Ctrl/Cmd** + **x** oder klicken bei gedrückter **Ctrl/Cmd**-Taste neben die Fensteranzeige.

3.11 Smaart 6 Bildschirmfoto

3.11.1 Windows

Windows besitzt eine eingebaute Funktion, die es erlaubt, den gesamten Bildschirm oder das aktive Fenster als Bitmapfoto zu speichern. Dies ist eine einfache Methode, um Datenanzeigen von Smaart 6 in Illustrationen oder Dokumenten einfließen zu lassen.

Drücken Sie **PrtScn** um den gesamten Bildschirm als Bitmap zu speichern. Wenn Sie **Alt+PrtScn** drücken, wird nur das aktive Fenster gespeichert. Diese Fotos können z.B. mit Adobe Photoshop oder Windows Paint geöffnet werden. Anschließend können Sie das bearbeitete Foto in verschiedenen Formaten an dem von Ihnen gewünschten Platz speichern.

Wenn Sie das Foto auf einem Schwarzweiß-Drucker ausdrucken möchten, wählen Sie bitte die höchstmögliche Kontrastqualität aus, bevor Sie das Foto erstellen.

3.11.2 Mac OSX

Mit Hilfe des Programms „Bildschirmfoto“ können Sie diese unter Mac OSX erstellen. Dazu stehen folgende Optionen zur Wahl:

1. Öffnen Sie „Bildschirmfoto“ (Programme > Dienstprogramme)

2. Wählen Sie unter Foto > ausgewählter Bereich, Fenster oder Bildschirm

Die Option „ausgewählter Bereich“ (Apfel-Shift-4) erlaubt Ihnen einen sehr genau definierten Ausschnitt zu speichern, den Sie mittels einem Fadenkreuz und der Maus bestimmen.

Mit Hilfe von „Fenster“ oder „Bildschirm“ können Sie das gerade aktive Fenster oder den gesamten Bildschirm speichern.

Die erstellten Bildschirmfotos werden unter Mac OSX automatisch auf dem Schreibtisch abgelegt.

Kapitel 4: Applikationen

Dieses Kapitel erklärt vier typische Anwendungen, aufgelistet nach steigender Komplexität, die in Smaart 6 zum Messen von Beschallungsanlagen und deren Komponenten verwendet werden. Da alle Beispiele auf diese Anwendungen aufgebaut sind, empfehlen wir alle vier zu lesen, auch wenn Sie nur an den späteren Übungen interessiert sind.

Messung und Optimierung eines Soundsystems auf Seite 84 behandelt, wie mit Smaart 6 ein System ausgewertet und optimiert wird, mit dem Fokus einer Verbesserung der spektralen Balance und Stabilität eines Soundsystems.

Hinweis:	*Dieses Kapitel beabsichtigt ein Arbeitswissen über grundlegende Messtechnik und damit verbundene Inhalte zur Sound System Optimierung zur Verfügung zu stellen. Eine genauere Behandlung über eine Systemeinstellung liegt nicht im Bereich dieses Handbuchs, wird aber innerhalb der Smaart-Seminare sehr intensiv behandelt. Für Anfragen klicken Sie bitte auf: http://forum.eaw-germany.de.*

Bevor Sie mit Smaart 6 beginnen, sollten Sie sicher sein, wie man das Equipment richtig verkabelt und verbindet. Außerdem wird ein Arbeitswissen vorausgesetzt.
(siehe Kapitel 1: *Einführung*). Alle Beispiele setzen voraus, dass Ihr Computer über zwei unabhängige Eingangskanäle verfügt. Wenn Ihr Computer nur über einen Mono-Eingang verfügt, können Sie den Spektrumanalyser von Smaart 6 benutzen, allerdings steht die Funktion Frequenzgangmessung und Impulsmessung dann nicht zur Verfügung.

Der Eingangspegel sollte aus Gründen des Geräuschspannungsabstandes hoch genug aber nicht so hoch ausgesteuert werden, dass die Klippanzeige aufleuchtet. Wir empfehlen den Eingangspegel bis ca. -12dB der Meteranzeige auszusteuern.

Achtung:	*EAW ist nicht verantwortlich für Beschädigungen Ihres Equipment, welche auf fehlerhaften Gebrauch der Software beruht. Stellen Sie einen geeigneten Ein/Ausgangspegel zur Verfügung und überprüfen Sie alle Verkabelungen auf ihre Richtigkeit, bevor Sie mit den Messbeispielen starten.*

4.1 Echtzeit Spektrumanalyser (RTA)

In Smaart 6 ist die zweikanalige Echtzeit Spektrumanalyse die grundlegende Funktion. Die Spektrummessung ist gleich wie bei einem RTA-Gerät: das eingehende Signal wird in Frequenzbereiche aufgeteilt und dymamisch als „Magnitude versus Frequenz“ angezeigt. In der Grundeinstellung wird jeder Kanal als Grafikbalken von „Energie versus Frequenz“ in Echtzeit dargestellt, wobei die Balken eine 1/12 Oktav-bandbreite repräsentieren. Natürlich sind mehrere andere Anzeigen wie 1/3 oder 1/6 Oktaven möglich.

4.1.1 Verbindung des Messsystems

Verbinden Sie ein Audiosignal an mindestens einem Eingang Ihrer Soundkarte. Seit dem zwei Kanäle gleichzeitig angezeigt werden können, sollte das Messmikrofon auf den linken Kanal und z.B. der CD-Ausgang oder der Ausgang des Mischpultes an den rechten Kanal angeschlossen werden.

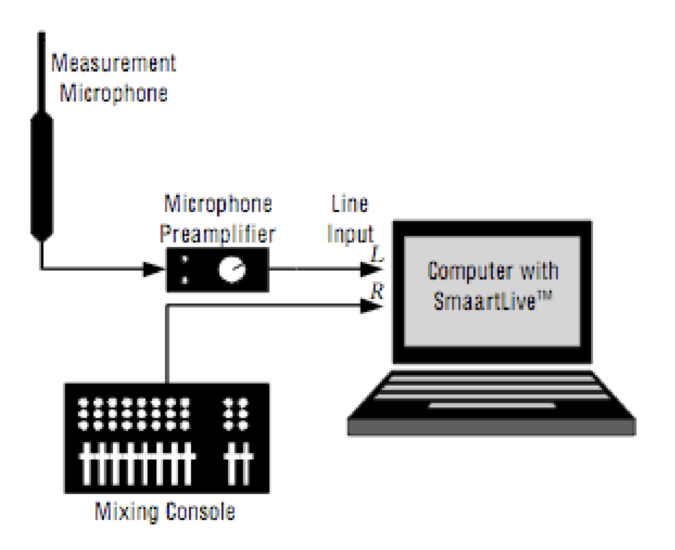


Bild 4-1 RTA Messaufbau

Obgleich jedes Linesignal als Eingangsquelle gebraucht werden kann, ist es lehrreich, diese einleitende Messung mit einem Messmikrofon, welches durch einen Vorverstärker läuft, durchzuführen. Starten Sie Smaart 6, wählen Sie *Spectrum* aus und klicken dann auf die *Start* – Taste um mit der Messung zu beginnen.

Das Bild 4-2 zeigt eine RTA-Anzeige, die ein menschliches Pfeifen in ein Mikrofon darstellt.

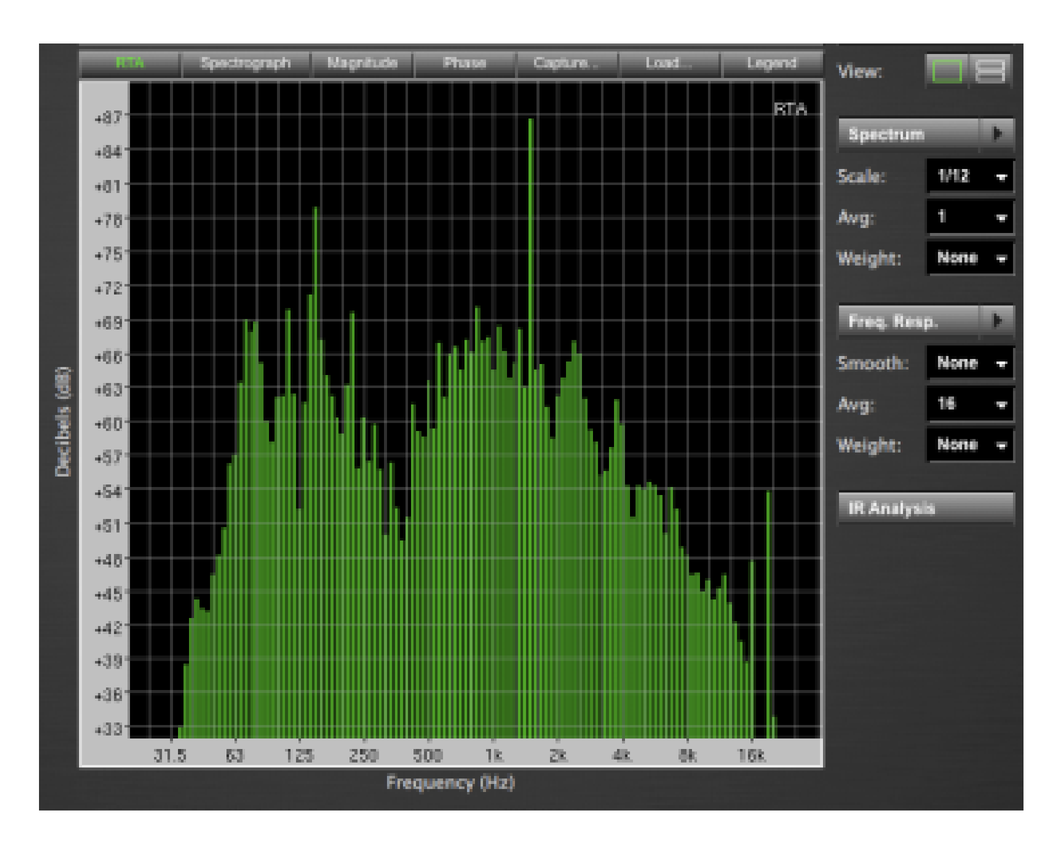


Bild 4-2 RTA Spektrumanzeige in der Grundeinstellung (1/12 Oktave)

Experimentieren Sie mit den Einstellungen, die Einfluss auf das Verhalten und Aussehen der RTA-Anzeige haben. Die Frequenzskalierung hat die meist direkt sichtbare Veränderung. Wählen Sie zwischen den folgenden Optionen der **Scale** – Liste rechts neben der Hauptanzeige: **Log, Lin, Oct, 1/3, 1/6, 1/12, 1/24**.
Die **Oct** und bruchstückweisen Optionen resultieren in eine Oktave oder deren bruchstückweisen Oktavbandanzeige, repräsentiert als Grafikbalken. Die Optionen **Lin** oder **Log** sind schmalbandige Anzeigen, die die Frequenzdatenpunkte sowohl in linearer oder auch logarithmischer Aufteilung der zugrundeliegenden FFT anzeigt.

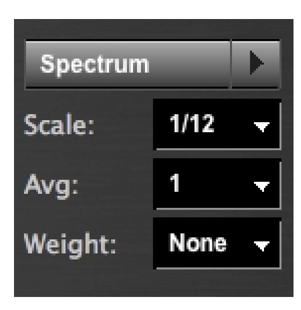


Bild 4-3 Spektrum Parameter

Avg variiert das Zeitverhalten der RTA-Anzeige. Wählen Sie aus den folgenden Optionen aus: **1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, Inf, Fast, Slow**. Klicken Sie auf **V**, um den Averagespeicher zurückzusetzen.

Die **Weight** Parameter beziehen sich auf eine frequenzabhängige Gewichtung der RTA-Anzeige (siehe *Weighting Curves* auf der Seite 65).

Spektrummessungen können Frequenzen einer Rückkopplung identifizieren, ein Rauschen im Raum analysieren, und den spektralen Gehalt einer Musik darstellen. Wenn sie richtig kalibriert ist, kann die RTA-Anzeige für SPL-Messungen in Echtzeit gebraucht werden (siehe Seite 57).

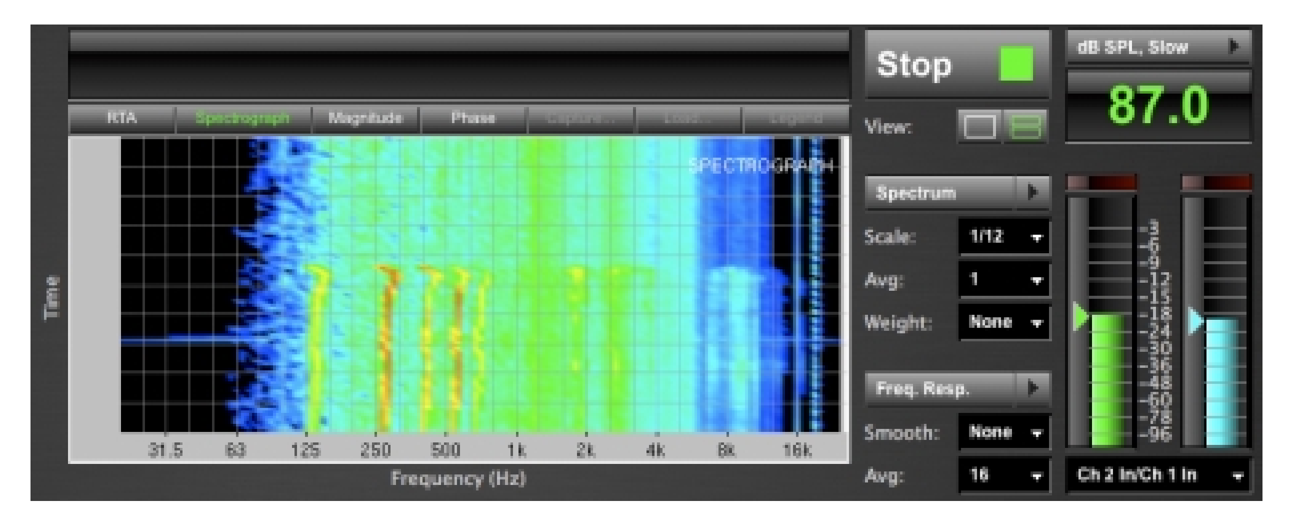


Bild 4-4 Spektrograph und SPL Anzeige

In der Historie wurden RTA-Messungen zum Messen des Frequenzgangs und zum Einstellen eines EQ verwendet. Da jedoch die Spektrummessung in sich selbst nicht imstande ist, direkten von reflektierendem Ton zu unterscheiden oder den Unterschied zwischen einem Quellensignal und einem unkorrelierten Rauschen zu filtern, ist sie für eine genaue Systemeinmessung und Optimierung nur sehr beschränkt zu gebrauchen. Deshalb raten wir unbedingt zu Frequenzgangmessungen, weil sie eine viel präzisere und vollständigere Auswertung über ein Verhalten eines Systems zur Verfügung stellen kann.

4.2 Messung eines analogen EQ

In diesem Beispiel wird eine Frequenzgangmessung (**Freq.Resp.**) von Smaart benutzt, um den Frequenzgang eines analogen EQ´s zu messen. Diese Übung benötigt einen Equalizer, einen Crossover, oder einen anderen Signalfilterprozessor.
Um sich nicht sofort mit Latenzen (Latenzen von Eingang zu Ausgang) und deren Delay-kompensation bei digitalen Geräten zu bemühen, möchten wir im ersten Beispiel auf ein analoges Gerät zugreifen.

Sie benötigen die folgenden Komponenten:

- einen analogen Filter (externes Gerät oder auch einen Mixerkanal)
- Kabel und Adapter, inklusive einem Y-Adapter, um die erforderlichen Verbindungen zu schaffen.

4.2.1 Messaufbau

Verbinden Sie alle Komponenten wie im Bild 4-5 dargestellt. Der Computerausgang (Line Level) betreibt sowohl den EQ-Eingang wie auch den *Referenzeingang* der Soundkarte. Der EQ-Ausgang wird mit dem *Messeingang* der Soundkarte verbunden. Der interne Generator von Smaart 6 regt so den EQ an und der Generatorausgang wird mit dem Ausgang des EQ verglichen, wobei jede nicht perfekte Eigenschaft einer Soundkarte ausgeblendet wird. Die resultierende Kurve der Übertragungsmessung repräsentiert den Unterschied zwischen dem Referenzeingang und dem Messeingang.

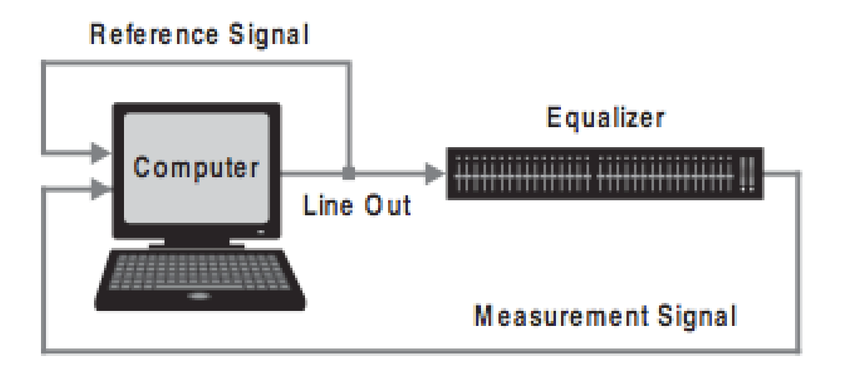


Bild 4-5 Messaufbau eines analogen EQ.

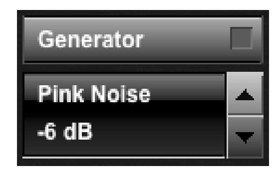
4.2.2 Einstellungen der Signalpegel

1. Wenn ein Rosarauschen noch nicht ausgewählt ist, öffnen Sie den Signalgeneratordialog, indem Sie unterhalb von **Generator** klicken.

2. Wählen Sie **Pink Noise** aus der **Signal** – Liste aus.

3. Geben Sie einen Pegel mit ca. -6dB in das **Level 1** Fenster ein. In der Grundeinstellung beginnt der Generator mit -36dB. Diesen leisen Pegel können Sie nun mit Hilfe der Pfeiltasten oder mit der direkten Eingabe des gewünschten Wertes erhöhen.

4. Selektieren Sie anschließend das **GeneratorON** Feld und klicken auf **OK**. Nun erleuchtet die grüne LED der **Generator** – Taste und das Rosarauschen wird von der Soundkarte generiert.



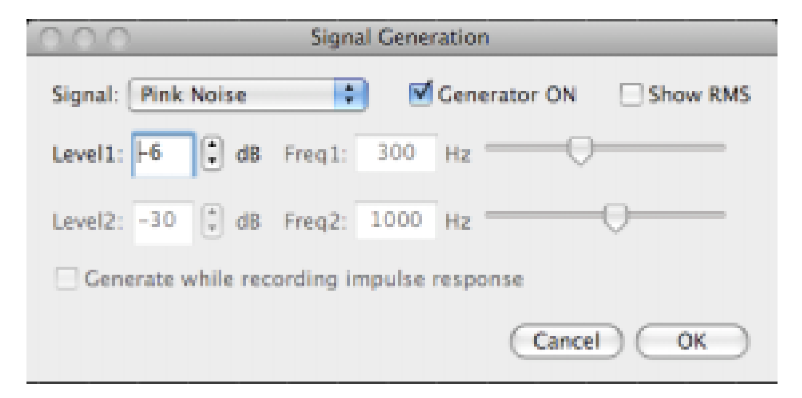


Bild 4-6 Generatorkontrollfenster (links) und Dialogfenster (rechts)

5. Klicken Sie auf **Start** um den Analyzer zu starten.

6. Justieren Sie die Eingangspegel mit Hilfe der Potis oder einer Software der Soundkarte so, dass sich die Pegel vom Mess- und Referenzsignal möglichst gleich bei ca. -12dBFS auf der LED-Anzeige einpendeln.

7. Wenn der EQ auf Bypass steht oder alle Einstellungen auf 0 stehen und die Pegel in Smaart richtig gesetzt sind, sollten Sie nun eine glatte Linie um die 0dB-Achse sehen. Wenn diese etwas darüber oder darunter liegt, haben Sie zwei Möglichkeiten zur besseren Präzision:

   - justieren Sie den Gain des Messkanals.

   - drücken Sie **Cmd/Ctrl+UpArrow** oder **Cmd/Ctrl+DownArrow** auf der Tastatur oder öffnen Sie das Legendedialogfenster, um die Kurve in 1dB-Schritten Auf- oder Ab zu schieben.

Veränderungen der Filter eines EQ sollten nun sichtbar in Smaart ´s Magnituden- und Phasenfenster angezeigt werden. Falls bei einer Absenkung im EQ ein Peak im Display angezeigt wird, ist davon auszugehen, dass die Eingangskanäle vertauscht sind. Um wieder eine korrekte Anzeige zu ermöglichen, können Sie entweder die Eingangskabel tauschen (wird empfohlen) oder vertauschen Sie die Zuordnung für **Meas In** und **Ref In** im Dialogfenster Audio I/O.

In der Grundeinstellung ist die Frequenzauflösung bei einer Frequenzgangmessung auf *Fixed Point per Octave (FPPO)* eingestellt, eine logarithmische Frequenzauflösung mit 24 Messpunkten pro Oktaven, ausser den beiden unteren Oktaven, die sich 24 Messpunkte teilen. FPPO ist in der Option **FFT Size** im Dialogfenster von **Freq Resp** aufgelistet, obgleich es aktuell mittels mehrfacher FFT-Größen und Sampleraten verschiedene Frequenzbereiche erzielt. Experimentieren Sie mit verschiedenen FFT-Parametern, Sampleraten und Signalen, um ihre Effekte zu sehen. Klicken Sie auch auf die **Phase** Taste, um zusätzlich die Phase als Funktion der Frequenz zu sehen. Im Bild 4-7 sehen Sie eine Phasen - und Magnitudenanzeige eines parametrischen EQ.

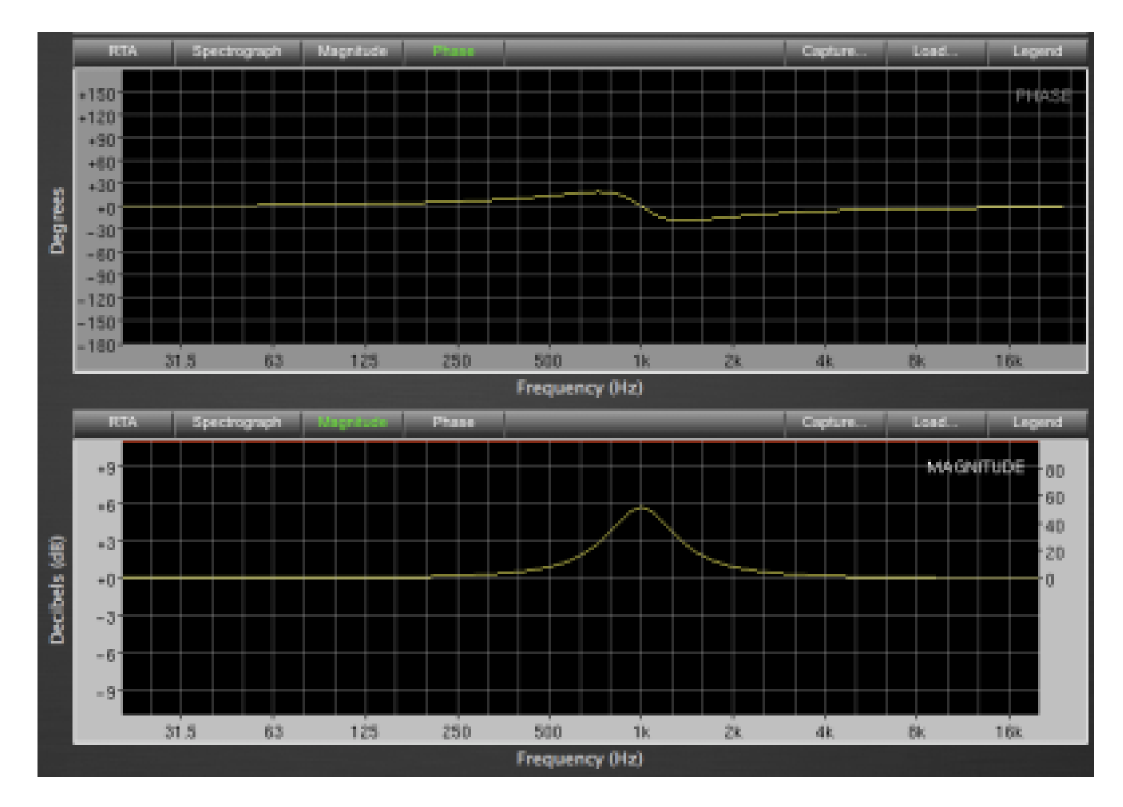


Bild 4-7 Beispielfiltermessung eines analogen parametrischen EQ

4.3 Messung eines Lautsprechers

Dieses Beispiel benutzt die Funktion **IR Analysis** und die **Freq. Resp.** in Echtzeitanzeige, um den Lautsprecher im Raum zu messen.

Die folgenden Komponenten sind erforderlich:

- Verstärker und Lautsprecher
- Messmikrofon mit möglichst geradem Frequenzgang (Vorverstärker mit Phantompower)
- Kabel und Adapter für alle Verbindungen, inklusive einem Y-Adapter

Verbinden Sie die Komponenten wie im Bild 4-8 angezeigt.

- Den Ausgang der Signalquelle (in diesem Fall ist der Computerausgang als Hauptausgang von Smaart gekennzeichnet) führt zum Verstärker und Lautsprecher, als auch zum **Ref In** Kanal von Smaart.
- Das Messmikrofon führt zum **Meas In** Kanal von Smaart. Die Audioeinstellungen von Smaart werden im Audio I/O Dialogfenster eingestellt (siehe Seite 98).

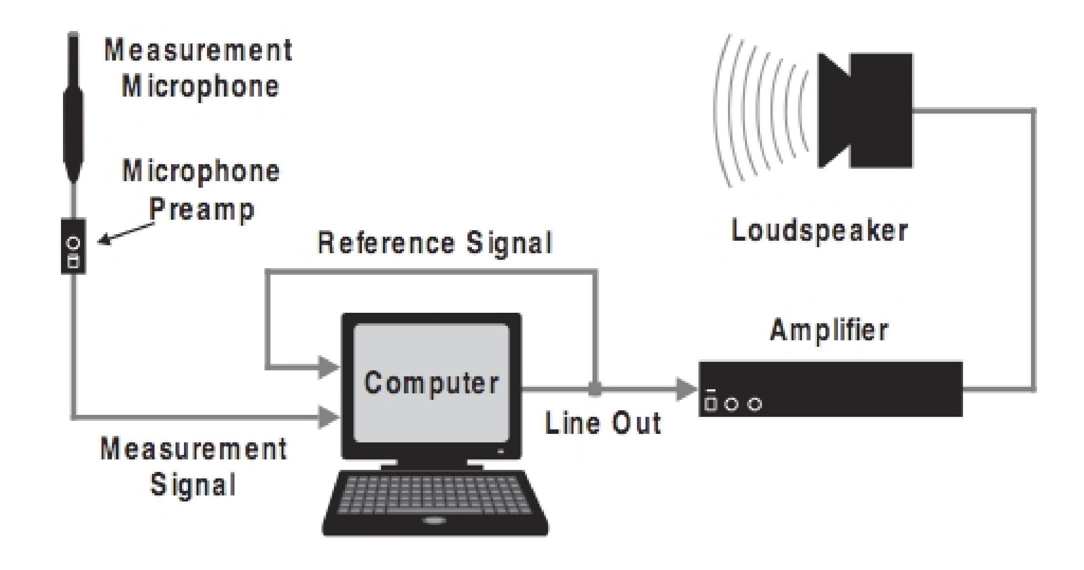


Bild 4-8 Messaufbau einer Verstärker/Lautsprechermessung

4.3.1 Einstellungen der Signalpegel

1. Positionieren Sie das Messmikrofon ca. 1m vor den Lautsprecher. Sobald sich die Distanz zum Lautsprecher erhöht, wird es immer schwieriger Direktschall von Diffusschall (Raumreflektionen) zu unterscheiden.

2. Klicken Sie auf **Spectrum,** um die Standardanzeige mit dem Fenster des Spectrographen (oben) und dem RTA-Fenster (unten) zu sehen.

3. Klicken Sie auf **Start** um den Analyser zu starten.

4. Aktivieren Sie den internen Signalgenerator und stellen seinen Ausgangspegel so ein, dass dieser lauter ist als die Umgebungsgeräusche. Starten Sie mit einem kleinen Verstärkungsfaktor und langsamer Erhöhung, um einer möglichen Beschädigung des Equipments und Ihrer Ohren vorzubeugen.

5. Stellen Sie die Eingangspegel der Soundkarte und des Mikrofonvorverstärkers auf einen sinnvollen Pegel ein (siehe Bild 1-2).

6. Um das beste Resultat zu ermöglichen, sollten die beiden Eingangskanäle (*Reference – Measurement*) möglichst gleich ausgesteuert werden (siehe Seite 76).

4.3.2 Messung der Impulsantwort

1. Klicken Sie auf die Taste **IR Analysis**. Das Impulsfenster öffnet sich.

2. Klicken Sie auf **Start**. Smaart 6 misst die Systemimpulsantwort und zeigt sie als Zeitgebietanzeige an.

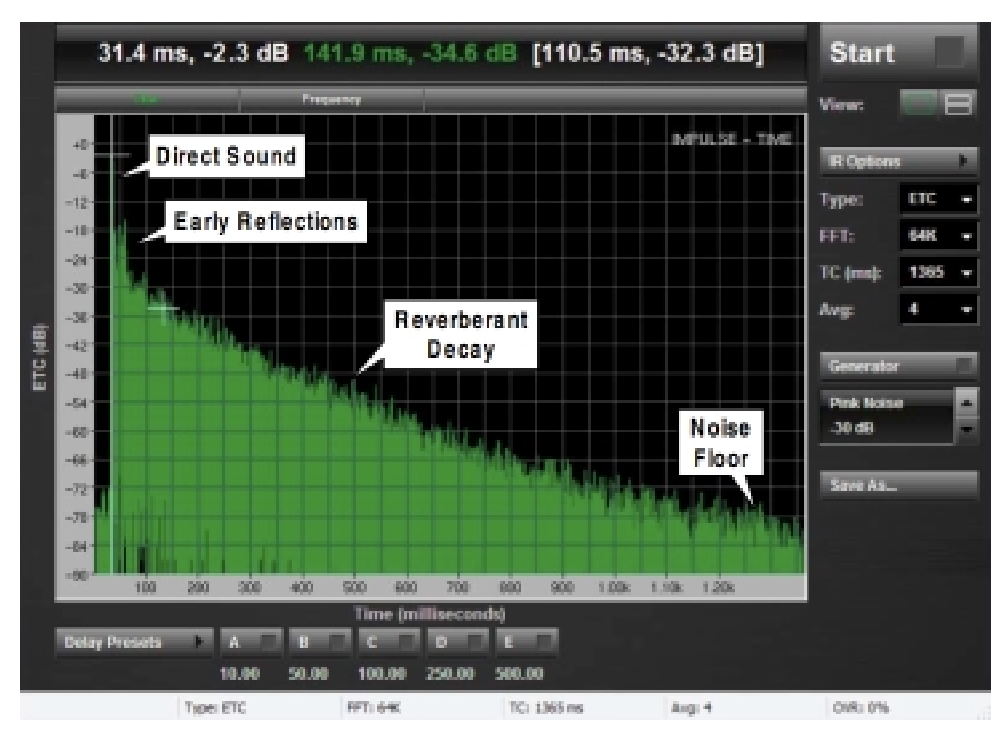


Bild 4-9 Impulsantwort eines kleinen Lautsprechers im Raum

Im Bild 4-9 sehen Sie eine typische ETC Magnitudenansicht (Magnitude in dB) einer Impulsantwortmessung eines Lautsprechers in einem Raum mit reflektierenden Oberflächen. Die Ansicht der Impulsantwort zeigt eine Zeithistorie der Energie, die am Mikrofon ankommt. ETC steht für *Energy-Time-Curve*. Smaart 6 kann die Impulsantwort auch in linearer Form anzeigen, bei der Informationen zur Polarität benannt werden.

Der große Peak am Anfang der Abbildung in Bild 4-9 zeigt das erste Eintreffen eines Tones aus dem Lautsprecher. Dieser stellt die Ausbreitungsverzögerung des Testsystems zur Verfügung, welche in diesem Fall eine relevante Komponente ist. Für den Fall einer Frequenzgangmessung muss diese Verzögerungszeit kompensiert werden. Smaart entdeckt die Zeit und Magnitude des Peak automatisch, wenn die Impulsmessung durchlaufen ist und markiert die Position mit einem Cursor. Wenn einem die Verzögerungszeit unplausibel lang vorkommt, sollte man unbedingt die Verkabelung checken und gegebenenfalls den Referenz- und Messkanal tauschen und danach eine weitere Messung zur Überprüfung durchführen.

Die Energie, die nach dem ersten Eintreffen (*Peak*) angezeigt wird, beruht auf Raumreflektionen und dem Grundrauschen, welche einen meist relativ konstanten Durchschnittspegel besitzen.

Die Genauigkeit der Messung hängt exakt von diesen Parametern ab, also dem S/N Verhältnis von direktem Schall zum Grundrauschen.
Impulsmessungen werden sehr extensiv in der Raumakustik verwendet. Mit Hilfe der **IR Analysis** können sehr schnell Raumreflektionen identifiziert werden, welche dann z.B. Kombfilter hervorrufen. Es ist zwar geläufiger, mittels des Auto Delay Locator
(Auto Sm, Auto Lg) eine Verzögerungszeit zu ermitteln, aber trotzdem sollte man verstehen, wie der IR Modus funktioniert. Er ist sehr hilfreich bei Problemen mit einer Auto-Berechnung und zeigt zudem Informationen über einen Raum an.

4.3.3 Frequenzgangmessung eines Lautsprechers

1. Schliessen Sie das IR Analysis Menü und kehren Sie zum Echtzeitfenster zurück. Klicken Sie auf die **Freq.Resp.** – Taste (Phase oben, Magnitude unten).

2. Klicken Sie auf **Auto Sm**, um die interne Delayzeit von Smaart zur Kompensation der Laufzeit vom Lautsprecher zum Mikrofon zu bestimmen. Im Fenster **Delay Found** wird das errechnete Ergebnis angezeigt.

3. Bestätigen Sie mit **Insert Delay**, damit die Laufzeit während der Frequenzgangmessung kompensiert wird.

4. Mit Hilfe von Delay Presets können 5 Messungen gespeichert werden (Tasten A-E). Diese sind sehr hilfreich, wenn mit mehreren Mikrofonen gemessen wird. Im Dialogfenster **Delay** können die Werte den Buchstaben A-E zugewiesen werden, um sie später mit diesen Tasten wieder aufzurufen.

Klicken Sie anschließend auf die **Start**-Taste, um mit der Echtzeitmessung zu beginnen. Nun wird der Frequenzgang der Lautsprechers (Energie versus Frequenz) angezeigt. Wenn Ihnen die Anzeige zu instabil vorkommt, so haben Sie die Möglichkeit mittels einer höheren Mittelung, unter **Avg** , die angezeigte Kurve zu stabilisieren.

Sichern und Laden von Messkurven

Referenzkurven sind Snapshots von aktiven Echtzeitkurven, die gesichert und gespeichert werden können, um sie später wieder aufzurufen (siehe Seite 60).

Hinweis: *Der Delay Locator benötigt eine FFT-Konstante (Zeitfenster) die größer ist, als die Laufzeit des Gerätes oder SUT (System under Test). Für ein elektronisches Gerät oder einen kleinen Raum ist ein Zeitfenster von 0.3 – 1.0s adäquat.*

4.4 Messung eines Lautsprechers und Einstellung des EQ

Dieses Beispiel kombiniert die Messtechniken von „Messung eines analogen EQ“ und „Messung eines Lautsprechers “. Wir möchten bei dieser Messung den Frequenzgang eines Lautsprechers messen und anschließend einen EQ zur Optimierung konfigurieren.

Verbinden Sie die folgenden Komponenten wie in Bild 4-10 abgebildet:

- Signalquelle (z.B. CD Player oder Computerausgang)
- Verstärker und Lautsprecher
- Messmikrofon (und Mikrofonvorverstärker für 48V Phantomspeisung)
- Equalizer – z.B. digital oder analog, grafisch oder parametrisch. Um ein Beschallungssystem zu optimieren, werden ausdrücklich vollparametrische EQ´s empfohlen, um alle Filter mit der nötigen Bandbreite zu bearbeiten!
- Kabel und Adapter inklusive eines Y-Adapter
- Stereomixer oder USB/FireWire Interface

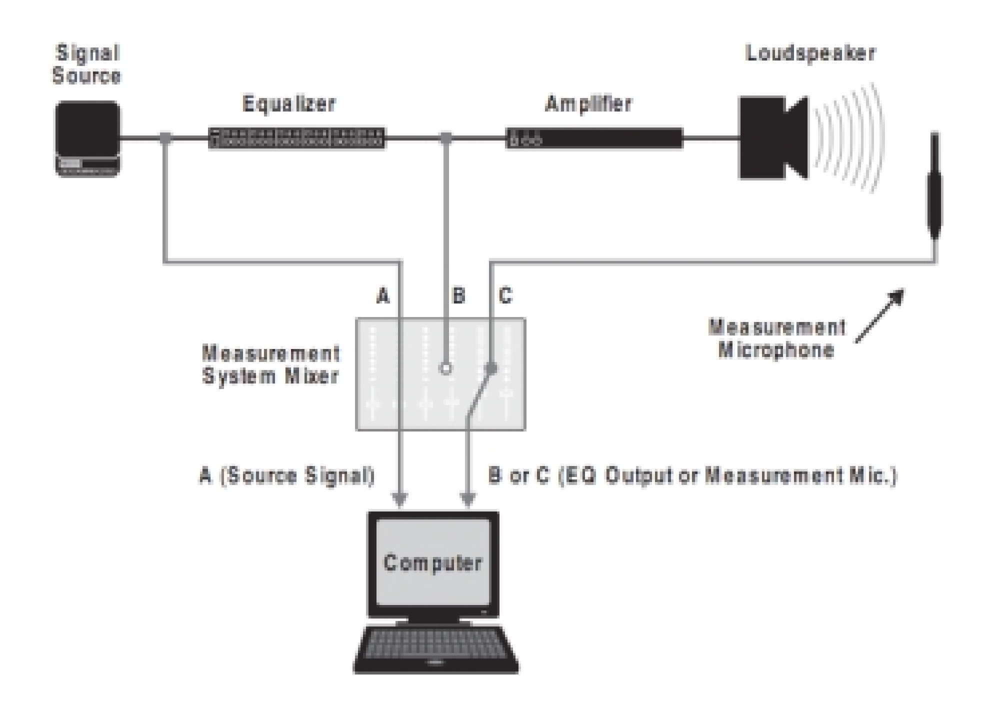


Bild 4-10 Aufbau zum Messen und Filtern eines Lautsprechers

Es empfiehlt sich, entweder einen Stereomixer oder ein mehrkanaliges Interface zu benutzen, damit die jeweiligen Messkanäle schnell gewechselt werden können, ohne die Kabel per Hand umzustecken. Achten Sie bei einem Mischpult immer auf das richtige *Panning* der Kanäle (Messkanal = links, Referenzsignal = rechts).

Die folgenden Schritte setzen das erworbene Wissen der vorangegangenen Beispiele voraus:

1. Stellen Sie das Mischpult so ein, dass das Eingangssignal A (Bild 4-10) zum Referenzeingang und C zum Messeingang von Smaart geroutet wird. Der Ausgang des Equalizer (Eingang B) wir erst später benötigt und sollte deshalb entweder stumm oder ausgeschaltet sein.

2. Benutzen Sie den automatischen *Delay Locator*, um die Verzögerungszeit zwischen Lautsprecher und Mikrofon zu finden. Anschließend bestätigen Sie die interne Verzögerung, um beide Eingangssignale zeitlich anzupassen.

3. Speichern Sie den gemessenen Wert als **Delay Preset** (Taste **A – E**).

4. Führen Sie nun eine Frequenzgangmessung des Lautsprechers, wie auf Seite 80 beschrieben, durch.

5. Klicken Sie in Smaart auf **Start** und achten Sie darauf, dass sich die Magnitudenkurve nahe der 0dB Achse bewegt. Nehmen Sie, falls nötig, die Eingangspegelsteller oder die Tasten **Y+/-** zur Hilfe.

6. Sichern Sie eine Referenzkurve von der aktuellen Frequenzgangkurve.

7. Ändern Sie nun das Signalrouting von Smaart dahingehend, dass nun Eingang A und Eingang B die Signale führen, und Kanal C (Mikrofon) stumm geschaltet ist.

8. Setzen Sie nun die Verzögerung des Referenzsignals zurück:

    - Wenn Sie einen analogen EQ benutzen, drücken Sie F5 um das interne Delay auf 0ms zurückzusetzen. Ein analoger EQ hat keine Verzögerung, somit ist eine Kompensation nicht notwendig.

    - Wenn Sie aber eine digitales Gerät (EQ oder Mischpult) benutzen, dann müssen Sie nun wieder den **Delay Locator** starten, um die Laufzeit des Gerätes zu kompensieren.

9. Mit allen Filtern in „0-Stellung“ starten Sie nun Smaart und justieren die Eingangspegel so ein, dass sich die Magnitudenkurve nahe der 0dB Achse befindet.

10. Öffnen Sie den Dialog *Legend* der Magnitudenanzeige und invertieren Sie die Referenzkurve, die Sie unter Punkt 6 gespeichert haben. Da Sie üblicherweise die überhöhten Frequenzen der Referenzkurve absenken möchten, macht diese Arbeitsweise es erheblich leichter, die genauen EQ Einstellungen vorzunehmen.

11. Wenn Sie bis jetzt mit Pink Noise gearbeitet haben, kann es gut sein, dass Sie nun auf Musik als Quellensignal umschalten möchten. Starten Sie mit negativen Filtereinstellungen wo Erhöhungen der gespeicherten Referenzkurve (nun invertiert) stattfinden. Eventuell möchten Sie auch Einbrüche der Kurve mit einer Anhebung eines bestimmten Filters ausgleichen. Bedenken Sie dabei bitte immer, dieses in einem vernünftigen Maß zu tun. In der Praxis hat sich gezeigt, dieses immer in mehreren Durchläufen zu unternehmen. Dabei können und sollten Sie möglichst genau jede Veränderung „Erhören" und kritisch Ihre Einstellungen überprüfen.

Hinweis: *Filter zur Anhebung der Frequenzen sollten bei einer Optimierung eines Sound Systems kaum benutzt werden. Übermäßiges Benutzen von diesen Filtern kann zur Entstehung von Phasenverschiebung und Verzerrungen führen. Als Alternative könnten z.B. Verstärker/Controller Einstellungen verändert werden, um diesen Absenkungen in der Referenzkurve entgegenzuwirken. Im Allgemeinen sollten zur Optimierung eines Sound Systems nur absenkende Filter benutzt werden.*

4.5 Messung und Optimierung eines Sound System

Bevor Sie ein Sound System Einmessen, sollten Sie folgende Frage kritisch beantworten: Was möchte ich Messen und warum? Die Leistung eines Sound Systems ist unterteilt in Qualität und Quantität. Die folgenden wesentlichen Fragen sollten bei einer Auswertung der Leistung eines Sound Systems beantwortet werden:

- **Frequency response:** Kann das System den Sound über den beabsichtigten Frequenzbereich innerhalb der zu erwartenden Abweichungen liefern?
- **Power handling:** Kann das System die gewünschte Menge an Power ohne Verzerrungen und Komponentenfehler verarbeiten?
- **Coverage:** Deckt das System alle Bereiche mit allen Frequenzen ab?
- **Subjective Quality:** Die schließlich wichtigste Frage: Trifft das System auf die Erwartungen von wahrgenommener Soundqualität der Besucher/Besitzer/ Künstler/Operator zu?
- **Stability:** Kommt es mit Konzertverstärkung zu Mikrofonrückkopplungen?
- **Noise:** Enthält das System unerwünschte Geräusche?
- **Configuration:** Verstehen Sie die Systemkonfiguration? Manche Sound Systeme haben Gruppen von Lautsprecher, die von einer einzigen Quelle angesteuert werden. Andere sind in mehrere Bereiche aufgeteilt, wobei jeder einzeln kontrolliert werden kann.

- Arbeiten alle Systemkomponenten? Wenn Sie das System nicht selbst gestaltet haben, nehmen Sie sich Zeit, um die Intention des Sound Designers zu verstehen. Das System sollte schon vor einer Einmessung richtig funktionieren. Systeme die vielleicht ihre Verstärkung ändern oder zeitweilige Geräusche wiedergeben, sind schlechte Kandidaten zur Optimierung. Versuchen Sie zuerst diese Fehler herauszufinden.

- Hat der Frequenzgang offensichtliche große Fehler? Reflektionen von großen Flächen können *Kombfilter* im Messkanal erzeugen.

Ein anderer wichtiger Aspekt ist, ob Sie eine Festinstallation oder eine neue Anlage zum ersten Mal installieren oder ein Toursystem in einer Halle einmessen. Dies alles beeinflusst die Erwartungen eines Systems und mögliche Probleme die auftreten können.
Keine Hardware oder Software kann hierauf eigene genaue Antworten geben. Die Einstellung eines Systems erfordert das Verstehen der Hardware, gute Ohren, genaue und relevante Messungen, und eine disziplinierte sowie systematische Annäherung zum Problem. Jeder erfahrene Sytemtechniker entwickelt seine eigene Vorgehensweise, die sicherlich sehr weit auseinander liegen können, jedoch alle zum Ziel führen.
Es gibt nach unserem Gefühl verschiedene Schritte, die zu einer erfolgreichen Sound System Optimierung und Messung führen. Die Reihenfolge kann abhängig von persönlichen Präferenzen und spezifischen Aufgaben natürlich variieren. Die Basisschritte stehen im Kontext zur Optimierung eines installierten Sound Systems.

Schritt 1: Hörauswertung

Bevor Sie ein System einmessen, empfehlen wir dringend dazu, das System zuerst zu hören! Versuchen Sie die Fragen auf Seite 84 zu beantworten. Aktivieren Sie alle Subsysteme einzeln, laufen Sie herum. Erforschen Sie die Grenzen der Abstrahlung, suchen Sie mögliche Löcher der zu beschallenden Fläche.

Schritt 2: Identifizieren Sie potentielle Probleme

Hat die Beantwortung der Fragen auf Seite 84 offensichtliche Probleme aufgedeckt? Zum Beispiel kann das Brummen, hervorgerufen durch schlechten Strom oder Erdschleifen, die Systemleistung vermindern und die Messung mit Smaart verschmutzen, oder ein zu starkes Zischen der Anlage kann auf eine schlechte Verstärkungsstruktur hinweisen. Deshalb sollten dieses Problem vorher behoben werden.

Schritt 3: Auswahl von Messpunkten und Mikrofonpositionen

Die Auswahl von informativen Messpunkten ist ein sehr wichtiger Teil im Aufbauprozess einer Messung. Es gibt *elektronische* und *akustische* Messpunkte.

- *Elektronische* Messpunkte verbinden den Ein- und Ausgang eines oder mehrerer Geräte. Der Eingang für solche Messungen sollte am ersten und der Ausgang am letzten Gerät der Signalkette sein.

- *Akustische* Messungen werden mit einem Messmikrofon durchgeführt. Wenn Frequenzgangmessungen mit einem Mikrofon gemacht werden, ist auch ein Referenzsignal nötig. Das Referenzsignal sollte mit dem Eingang des Verstärkers für den Lautsprecher, dem Eingang des Prozessors oder dem Eingang des Systemequalizers verbunden sein.

Für akustische Messungen sind die Mikrofonauswahl und deren Positionen sehr kritisch zu behandeln. Das Messmikrofon selber muss eine bekannte Größe sein. Im Allgemeinen empfehlen wir das qualitativ höchstmögliche omnidirektionale Kondensatormikrofon zu erwerben, das zu Ihrem Equipmentbudget passt.

Betrachten Sie folgende Fragen, wenn Sie eine Mikroposition auswählen:

- Warum ist dies eine nützliche Messposition?
- Welche anderen Einflüsse wird das Mikrofon an dieser Position aufnehmen, die eine Messung beeinflussen?

Reflektionen die seitlich oder von der Rückseite auf das Mikrofon einfallen, können eine genaue Messung sehr reduzieren. Halten Sie Ausschau nach Flächen, die zu Reflektionen führen, wie harte Wände oder Betonboden. Wenn das Mikrofon zu nah an diesen Reflektionsflächen platziert ist, kommt es zu Kombfiltern.

Hinweis:	*Wenn Sie keine schlechten Bodenreflektionen vermeiden können, dann legen Sie das Mikrofon flach auf den Boden. Somit werden nur sehr kurze Reflektionen erzeugt und die Kombfilter liegen oberhalb des Messbereiches.*

Schritt 4: Vergleich der Positionen

Es ist sehr wichtig von verschiedenen Positionen aus Messungen zu machen, um sich vor Täuschungen zu schützen, die vielleicht nur an dieser einen Position durch Raumeinflüsse entstehen. Bewegen Sie das Mikrofon herum und beobachten Sie den Effekt an der Frequenzgangkurve. Für ein System, dass eine große Fläche zu beschallen hat, ist es sinnvoll, die verschiedenen Messungen zu mitteln und dann erst mit Hilfe eines EQ zu optimieren.

Schritt 5: Einstellung von EQ und Delay

Das Einstellen von EQ und Delay kann sehr zeitintensiv sein und wird typischerweise in zwei Schritten unterteilt. Zuerst machen Sie große Einstellungen am EQ und Delay. Die Größe der Justierungen mag Sie vielleicht im ersten Moment etwas Einschüchtern, aber wenn Sie von Ihrer Methode überzeugt sind und das System verbessert wird, sind Sie auf dem richtigen Weg. Im zweiten Schritt nehmen Sie kleine Veränderungen mit nur wenigen dB vor, um ein System nicht gut sondern großartig klingen zu lassen. Lernen Sie diesen Übergang zu erkennen!

Während Sie die EQ- und Delayeinstellungen machen, ist es wichtig, sich diese im Raum anzuhören. Gehen Sie den Raum ab und gehen Sie sicher, dass es wirklich besser klingt und nicht nur auf der Anzeige von Smaart besser aussieht. Die Messung des Delays muss immer vor der Einstellung des EQ´s vorgenommen werden. Die Kombination von kleinen Delay und EQ Veränderungen kann den Charakter eines Delaysystem komplett verändern.

Schritt 6: Kritisches Hören

Nun ist es an der Zeit, ein Zuhörer zu werden. Legen Sie eine CD ein und gehen Sie das System ab. Hören Sie an der Bühne, in der Mitte, am Ende und an den Seiten eines Raumes. Testen Sie hohe und niedrige Pegel. Schalten Sie die Quelle einmal ab und lauschen zu allem in Stille. Stellen Sie sicher, dass das Grundrauschen niedrig ist und den Dynamikbereich des Systems nicht beeinflusst.
Benutzen Sie Musik, die Ihnen sehr bekannt ist und scheuen Sie sich nicht, auch Musik zu verwenden, die andere nicht mögen. Die beste Musik zum Bewerten eines Systems kann die sein, die Sie vielleicht schon müde sind zu hören. Aber wenn Sie diese zum Bewerten von mehreren Systemen nehmen, kann sie sehr wertvoll sein, den Charakter einer Beschallungsanlage aufzudecken.

Schritt 7: Stabilitätstest

Es ist essentiell, ein Beschallungssystem, welches ein oder mehrere Mikrofone beinhaltet, auf Stabilität zu prüfen, bevor eine Veranstaltung beginnt. Anderenfalls könnte es sein, dass ein Toningenieur in die unkomfortable Situation kommt, eine Rückkopplungsfrequenz zu finden und zu bekämpfen, während die Veranstaltung läuft. Dies ist natürlich der Albtraum eines jeden Tonkollegen und sollte unbedingt vermieden werden.
Instabile Soundsysteme sind all diejenigen, die eine Signalschleife enthalten, die auf Grund von akustischen Wegen eine übergroße Verstärkung bei einer oder mehreren Frequenzen aufweisen, welche die Rückkopplungen hervorrufen. Ein stabiles System hat eine komfortable Reserve von „Verstärkung vor Rückkopplung" (Gain before Feedback, GBF), während es in der Lage ist, die erforderlichen Werte bezüglich Sprachverständlichkeit und Frequenzgang zu erfüllen.

Rückkopplungen können Audiokomponenten zerstören, also lassen Sie Vorsicht walten, wenn Sie einen Systemstabilitätstest durchführen. Rückkopplungen sind besonders gefährlich, wenn sie sich sehr schnell aufbauen und das System übersteuern und zu Verzerrungen führen. Der Einsatz von einem Limiter oder Kompressor ist ein gutes Mittel, die Systemkomponenten bei diesem Test zu schützen. Denken Sie aber daran, immer ein System ohne nichtlineare Komponenten (z.B. Limiter/Kompressor) bei einer Messung des Frequenzgangs zu messen.

Ursachen für Instabilität

Rückkopplungen sind oft ein Ergebnis einer Interaktion zwischen Lautsprecher und Mikrofonabstrahlverhalten außerhalb der Hauptachsen (Off-Axis). Die größten Probleme treten dann auf, wenn sich schmale Spitzen in diesem Bereich sowohl vom Lautsprecher als auch vom Mikrofon treffen. Diese Interaktionen können sehr problematisch sein und sind weit weniger zu kontrollieren als der Frequenzgang auf der Hauptachse.

Weil sich die Rückkopplungsfrequenzen genauso verändern können wie ein Künstler das Mikrofon herumbewegt, sollten Sie beim Stabilitätstest möglichst alle in Frage kommenden Mikrofonpositionen überprüfen. Auch wenn es bei zwei oder mehreren Mikrofonen zu Problemen kommt, welche bei einem einzelnen Mikrofon nicht auftreten würden, testen Sie jedes Einzelne und anschließend als Gruppe.
Ein anderer möglicher Grund für eine Instabilität könnte der Hallanteil der Raumakustik sein oder ein zu starker Hallanteil von Hallgeräten in einem Mix.

Aufspüren der Instabilität

Ein Stabilitätsproblem in einem Soundsystem kann sehr einfach aufgedeckt werden, in dem man die Verstärkung sehr vorsichtig und langsam erhöht, bis es zur Rückkopplung kommt. Wenn man die Fader z.B. auf +6dB über den zu erwartenden Pegel schiebt und es zu keiner Rückkopplung kommt, ist das System stabil.

Wenn das nicht der Fall ist, dann müssen Sie die Stabilität verbessern. Die beste Lösung kann elektronisch, mechanisch, akustisch oder eine Kombination der genannten Faktoren sein.

Stabilisierung eines Soundsystems

Um ein instabiles System zu stabilisieren bzw. ihm mehr Verstärkungsreserve zu geben, bedeutet meist immer, eine Reduktion der Frequenzen im problematischen Bereich. Obwohl er kein Allheilmittel oder gar ein Ersatz für ein gutes Systemdesign ist, so ist der EQ eines der mächtigsten Hilfsmittel, um ein Soundsystem zu stabilisieren.
Smaart 6 kann Ihnen bei der Identifizierung der problematischen Frequenz behilflich sein, um einen EQ mit hoher Präzision einzusetzen. Aber bevor Sie loslegen, an den Knöpfen zu drehen, bedenken Sie, dass ein EQ auch immer den Gesamtfrequenzgang eines Systems beeinflusst. Andere Strategien könnten vielleicht genauso effektiv oder sogar noch effektiver für Sie sein und Ihnen mehr Freiheit geben, um ein System besser klingen zu lassen.

Mechanische und akustische Lösungen

Die relative Mikrofonposition zum Lautsprecher/Monitor kann die Rückkopplungs-charakteristik drastisch beeinflussen. Die Reduzierung einer bestimmten Frequenz kann genauso einfach sein, wie das Verschieben einer Mikrofonposition oder den Mikrofontyp zu tauschen.
Wenn Lautsprecher nahe oder hinter einem Mikrofon platziert sind, kann es sehr schnell zu Rückkopplungen kommen. Eine neue Ausrichtung des Lautsprechers ist ein Lösungs-ansatz, eine einfache Reduktion des gesamten Pegels kann eine gute und attraktive Lösung sein, ohne die Ziele des Systemdesigns zu beeinträchtigen.

Erzieherische Lösungen

Ein stabiles System kann schnell instabil werden, wenn mehrer Mikrofone zur gleichen Zeit offen sind. Hier ist die beste Lösung, die Person am Mischpult so zu schulen, dass immer nur die benötigten Mikrofone geöffnet sind.

Die Schulung der richtigen Mikrofontechnik für Künstler kann auch zum Erfolg führen. Viele Sänger neigen dazu, die Mikrofonkapsel zu umklammern. Dabei führt die physikalische Verstärkung bei einer Nierencharakteristik, wenn z.B. die hintere Schallöffnung zugehalten wird, zu Rückkopplungen. Diese treten auch verstärkt auf, wenn sich der Sänger zu nah am Mikrofon befindet. Manche Sänger halten auch das Mikrofon z.B. beim Tanzen in Richtung Monitor oder Boden, wo es durch Reflektionen es zu ungewollten Rückkopplungen kommt.

Elektronische Lösungen

Einige Hallgeräte und spezielle Effekte können ein stabiles System destabilisieren. Wenn dies der Fall ist, experimentieren Sie mit einigen Parametern und/oder reduzieren Sie den gesamten Hallpegel.
Bei einem einfachen System kann mit Hilfe von Phase/Polaritätsparametern schnell ein Rückkopplungsproblem gelöst werden. Allerdings führt diese Methode bei einem aufwendigen System mit mehreren Untersystemen dazu, dass eine problematische Frequenz nur verschoben wird und somit die Rückkopplung nicht wirkungsvoll unterdrückt werden kann.

Stabilisierung eines Systems mit einem EQ

Rückkopplungen werden meist mit einem EQ durch Absenkung einer Frequenzspitze bearbeitet. Führen Sie das System **vorsichtig** in eine Rückkopplung, identifizieren Sie die Frequenz, und setzen nun die Filter um diese Frequenz abzusenken. Dabei empfehlen wir den Einsatz von parametrischen EQ.

1. Verbinden Sie das System wie in Bild 4-10 dargestellt. Dies erlaubt die Benutzung des EQ ohne die Eingangskanäle am Computer zu tauschen.

2. Klicken Sie auf **Spectrum** um das zweifache Fenster mit der Spektrographanzeige im oberen, und der RTA-Anzeige im unteren Bereich, anzuzeigen.

3. Stellen Sie die **Spectrum Avg** auf 8 oder weniger, klicken Sie auf **Start** und regen Sie das System mit Pink Noise bei geringem Pegel an.

4. Erhöhen Sie nun ***langsam und vorsichtig*** die Verstärkung eines offenen Mikrofons, bis Sie die Signalspitzen in der RTA-Anzeige wachsen sehen. Zu diesem Zeitpunkt wird das System recht hohl klingen, da das Pink Noise versucht, Rückkopplungen bei einer Vielzahl von Frequenzen anzuregen.

5. Erhöhen Sie weiterhin ***langsam und vorsichtig*** die Verstärkung des offenen Mikrofons, bis das System zu koppeln beginnt. Beobachten Sie die vertikale Serie von Verfärbungen in der Spektrographanzeige, korrespondierend zur durchschnittlichen Spitze in der RTA-Anzeige.

6. Klicken Sie nun auf **Stop** um den Analyser einzufrieren, danach reduzieren Sie den Pegel im Soundsystem bis es nicht mehr rückkoppelt. Klicken Sie auf **Capture** in der RTA-Anzeige, um die Kurve zu speichern.

7. Klicken Sie auf die Spitze in der RTA-Anzeige und notieren Sie sich die Frequenz, die bei der Cursorauslesung oberhalb des Fensters angezeigt wird.

8. Klicken Sie auf die **Freq.Resp.-** Taste um die Kurve des EQ anzuzeigen. Das Ziel lautet, eine EQ-Absenkung auf die Mitte der Frequenz zu setzen, um die Rückkopplungsresonanzen zu dämpfen.

9. Wählen Sie zuerst eine schmalbandige Absenkung mit 6-10dB exakt auf die Mitte der Frequenz, um sicher zu sein, dass die Frequenz getroffen wurde.

10. Anschließend erhöhen Sie die Bandbreite des Filters auf ca. 1/3 Oktave und reduzieren die Absenkung auf -3dB. Benutzen Sie breite und flache Filter um die Phasenverzerrungen zu minimieren. Außerdem können die Rückkopplungsfrequenzen durch akustische Einflüsse während einer Vorstellung wandern, und trotzdem haben Sie durch einen breiten Filter die hohe Wahrscheinlichkeit, dass es dann nicht sofort „pfeift“

11. Um die Effektivität eines Filters festzustellen, klicken Sie auf die RTA-Anzeige, bringen das System durch Verstärkung des offenen Mikrofons wieder zum Koppeln und checken die Rückkopplungsfrequenz. Wenn es immer noch die gleiche ist oder in der Nähe liegt, dann erhöhen Sie die Absenkung des Filters. Falls die Rückkopplung bei einer neuen Frequenz auftritt, stellen Sie einen neuen Filter mit der gleichen Methode ein.

Diese Prozedur ist eine einfache, systematische und eine viel genauere Art als ein System nur mit den Ohren einzustellen. Wenn Sie einmal die problematischen Frequenzen exakt ermittelt haben, ist es im Nachhinein viel einfacher, diese, falls nötig, nachzujustieren.

Wieviel EQ ist genug?

Denken Sie daran, dass bei der Benutzung von Filtern mit Absenkung zum stabilisieren eines Sytems, auch die Verstärkung des Systems reduziert wird, wenn auch nur bei den spezifischen Frequenzen. In den meisten Fällen haben die Rückkopplungsfrequenzen sowieso zu viel Pegel, so dass sich der Frequenzgang des Systems bei normalem Arbeitspegel möglicherweise verbessert hat und simultan die Stabilität erhöht wurde. Es ist jedoch in extremen Fällen möglich, mehr EQ, wie nötig, zu gebrauchen.

Als Faustregel kann man sich merken, dass ein EQ am wirkungsvollsten ein System stabilisiert, wenn die Frequenzen nahe beieinander liegen. Wenn Sie mehrere Filter mit Absenkung brauchen und diese breit verstreut sind, dann reduzieren Sie eigentlich mehr die Gesamtverstärkung des Systems, als dass Sie das Problem der Verstärkung-vor-Rückkopplung verbessern. In einigen Fällen kann es durchaus notwendig sein, das Beschallungsdesign zu überdenken und zur Stabilisierung zu überarbeiten.

Schritt 8: mehr kritisches Hören

Wenn die zeitliche und die spektrale Balance für Sie akzeptabel ist (und allen anderen Beteiligten) und das System stabil ist, sind Sie fertig. Wahrscheinlich wird eine Kombination von Schritt 2 bis Schritt 7 wiederholt werden, um die bestmögliche Leistung aus einem System herauszuholen. Die Optimierung eines Soundsystems ist in der Regel ein almählicher Geben-und-Nehmen Prozess (der oft mehr Zeit beansprucht als vermutet oder gewünscht wird). Wir sind zuversichtlich, dass Smaart 6 diesen Prozess für Sie erheblich angenehmer gestaltet.

Kapitel 5: Smaart 6 Befehle

5.1 File Menu

5.1.1 Save Impulse

Wählen Sie **File** > **Save Impulse** um die Impulsantwort als Datei zu sichern (.wav für Windows, AIFF für Mac).

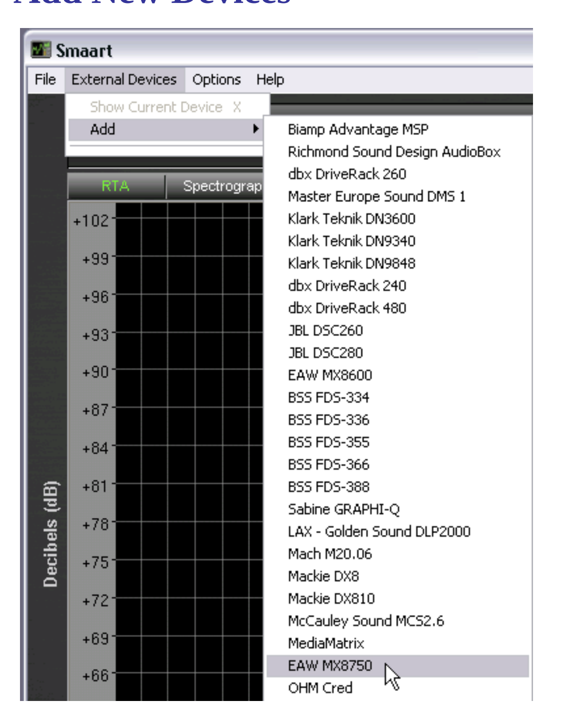
5.1.2 Exit

Wählen Sie **File** > **Exit** um Smaart 6 zu beenden.

5.2 Menüpunkt External Devices

Hinweis:	***Die externe Gerätekontrolle funktioniert nur in der Windows Version von Smaart 6.***

5.2.1 Add New Devices



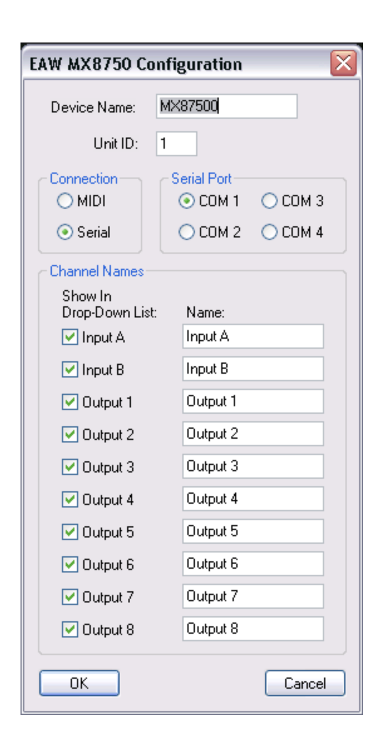
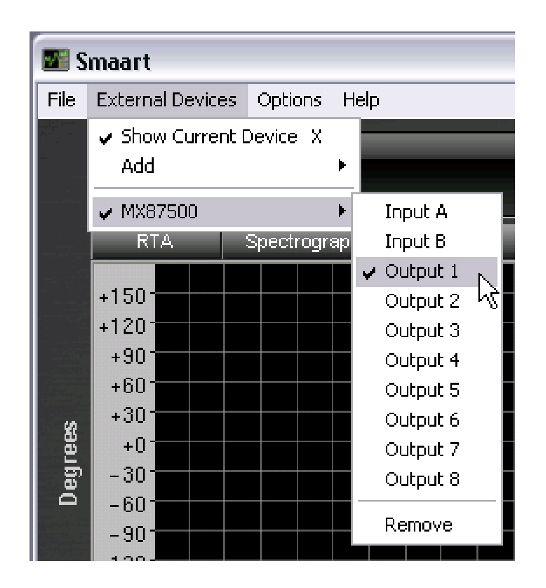


Bild 5-1 Selektion von **External Devices** > **Add** (links) und Konfiguration (rechts)

1. Selektieren Sie ein neues Gerät unter **External Devices** > **Add** (links im Bild 5-1). Daraufhin öffnet sich das Dialogfenster der Gerätekonfiguration (rechts im Bild 5-1). Wenn Sie das Gerät, das Sie kontrollieren möchten, nicht in der Liste finden, so checken Sie auf der EAW Webseite ob neue Gerätetreiber verfügbar sind.

2. Unter **Device Name** können Sie dem Gerät einen Namen geben, der nach der Konfiguration unter **External Devices** auftaucht (links im Bild 5-2).

3. Sie können auch die jeweiligen Ein- und Ausgänge mit Namen versehen. Außerdem lässt sich durch das An- oder Ausklicken der Checkbox bestimmen, ob der jeweilige Ein/Ausgang im fliegenden Menü angezeigt wird (links im Bild 5-2).



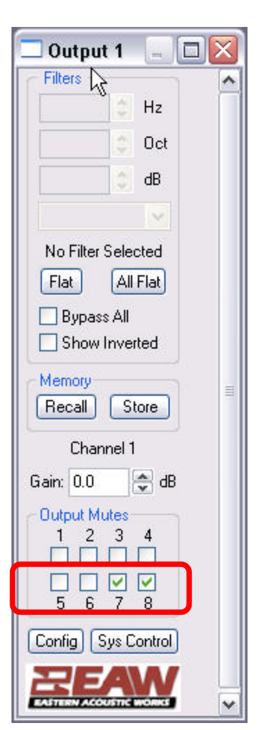


Bild 5-2 Selektion (links) und Konfiguration (rechts) eines Ausgangs des externen Gerätes.

4. Mit Hilfe der Tasten **Config** und **Sys Control** können Sie das jeweilige Gerät und dessen Parameter (wie Kommunikation, Geräte ID) einstellen. Für spezifische Informationen lesen Sie bitte die Handbücher der Geräte.

Hinweis: *Smaart 6 unterstützt zur Zeit keine MIDI Kommunikation.*

5. Selektieren Sie einen Eingang oder Ausgang über das **External Device** Menü (links im Bild 5-2). Ein fliegendes Kontrollfenster erscheint, wie rechts im Bild von 5-2 zu sehen. Die einzelnen Parameter der Filter erscheinen sofort, wenn man auf die Marker in der Magnitudenanzeige klickt.

   Wenn Sie keine Marker in der Magnitudenanzeige sehen, gibt es zwei Möglichkeiten: Es liegt ein Kommunikationsfehler vor oder das Gerät ordnet die Filter dynamisch zu und es sind noch keine Filter zugeordnet. Im letzten Fall klicken Sie **Shift + Click** auf das Magnitudenfenster oder die **New –**Taste im Kontrollfenster, um einen neuen Filter zu setzen. Falls Sie einen Kommunikationsfehler vermuten, klicken Sie auf **Config** im Kontrollfenster und prüfen die Kommunikationseinstellungen. Außerdem prüfen Sie die Kabelverbindung und die Einstellungen des Gerätes.

5.2.2 Remove Devices

Löschen Sie ein Gerät indem Sie **External Devices** > ***Device Name*** > **Remove** anklicken (siehe links im Bild 5-2). Anschließend verschwindet das Gerät aus der Liste im **External Devices** Menü.

5.3 Options Menu

5.3.1 Spectrum



Bild 5-3 ***Spektrum*** Optionendialog

Wählen Sie **Options > Spectrum** oder klicken Sie auf den Pfeil rechts von der **Spectrum** -Taste.
Im oberen Teil sehen Sie die aktuelle **Sampling Rate**, welche im Audio I/O – Reiter eingestellt ist.

Window: Hanning, Haming, Blackman, Blackman-Harris, Max Flat Top, Parzen, Welch. Stellen Sie Hanning ein, es sei denn, Sie haben einen gut informierten Grund, diesen Parameter zu ändern.
Wenn eine Oktav – oder eine fraktionale Oktavbandanzeige vom Spektrum ausgewählt ist, so ist der Typ auf Hanning gesperrt da dieser Fenstertyp einen Streifenbandalgorithmus benutzt. Wenn ein schmalbandiges Fenster (Lin/Log) ausgewählt ist, sind alle anderen Optionen verfügbar.

FFT: 32k, 16k, 8k, 4k, 2k, 1k, 512, 256, 128.

RTA dB Range

Max: Setzt die obere Grenze im dB Bereich für die RTA-Anzeige. **Max** muss höher sein als **Min**.
Min: Setzt die untere Grenze im dB Bereich der RTA-Anzeige.

Spectrograph dB Range

Max: Setzt die obere Grenze im dB Bereich für die Spektrographanzeige. **Max** muss höher sein als **Min**.
Min: Setzt die untere Grenze im dB Bereich der Spektrographanzeige. Beachten Sie, dass bei gleichzeitiger Darstellung von Spektrograph- und RTA-Anzeige, der Spektrographenbereich durch zwei horinzontale Linien im RTA Fenster angezeigt wird.

Left and Right Inputs

Jeder Eingang hat dieselben Kontrollen, diese funktionieren aber unabhängig voneinander.

Average: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, Inf, Fast, Slow

Y+/-: Verschiebt den vertikalen Versatz einer Kurve nach unten oder oben.

RTA Peak Hold On: Setzten Sie dieses Kästchen, um die Spitzenamplitude einer Frequenz so lange angezeigt zu bekommen, wie unter **Hold Peak** ausgewählt ist.

Infinte Peak Hold: Setzten Sie dieses Kästchen um jede Spitzenamplitude einer Frequenz zu halten, bis eine höhere Spitze eintrifft. Bei dieser Option ist die Zeiteinstellung von **Hold Peak** ausgeschaltet.

Hold Peak: Setzt die Zeitdauer einer Anzeige der Spitzenamplitude. Nicht verfügbar, wenn **Infinte Peak Hold** ausgewählt ist.

5.3.2 Frequency Response

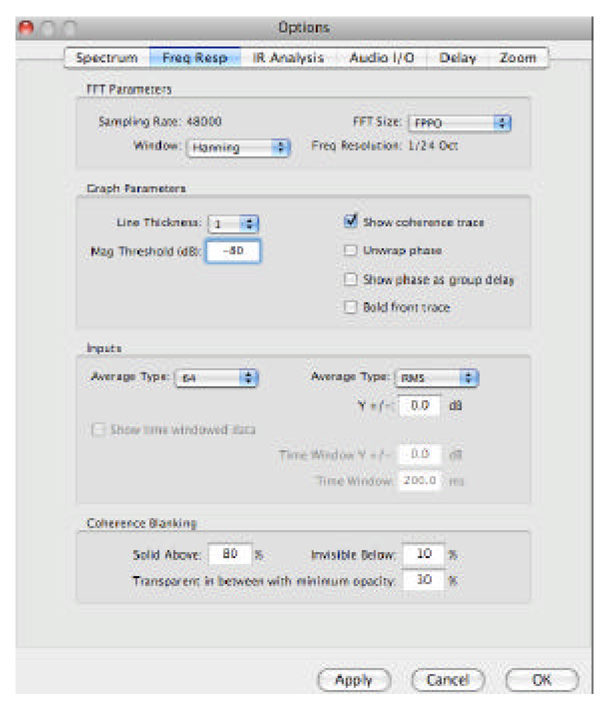


Bild 5-4 ***Frequency Response*** Reiter im Optionendialogfenster

Wählen Sie **Options > Frequency Response** oder Klicken Sie den Pfeil rechts neben der **Freq.Resp.-**Taste.

Im oberen Feld wird die aktuelle **Sampling Rate** angezeigt, die unter Audio I/O ausgewählt wurde.

Window: Hanning, Haming, Blackman, Blackman-Harris, Max Flat Top, Parzen, Welch. Stellen Sie Hanning ein, es sei denn Sie haben einen gut informierten Grund, diesen zu ändern.

FFT: FPPO, 32k, 16k, 8k, 4k, 2k, 1k, 512, 256, 218

Graph Line Thickness: In diesem Menü können Sie die Dicke der grafischen Linien von 1 – 5 einstellen. Diese Option gilt sowohl für die RTA-Anzeige wie auch die Frequenzganganzeige.

Mag Threshold: Hiermit wird der Magnitudenschwellwert der Magnitudenanzeige eingestellt. Dieser ist ein nützliches Merkmal, um nicht wünschenswerte Daten in der Magnitudenanzeige zu limitieren, indem ein Schwellwert gesetzt wird, unterhalb dessen die Messsignaldaten von der Frequenz-zu-Frequenz Basis zurückgewiesen werden. Smaart 6 schaut nach jedem Frequenzdatenpunkt im Referenzsignal. Wenn dieser unterhalb des Schwellwertes liegt, wird er nicht in der Magnitudenanzeige dargestellt.

Show Coherence Trace: Hier können Sie die Kohoränzlinie in der Magnitudenanzeige ein- oder ausschalten.

Unwrap phase: Stellt die Phasenanzeige im Bereich von +360° - -360° dar. Somit wird z.B. ein 360° Phasensprung bei 0° in der normalen „Wrap" Darstellung nun bei 360° dargestellt. Bedenken Sie bitte immer, dass die aktuellen Phasendaten, abstammend von einer Übertragungsfunktion, sich normalerweise im +/- 180° Bereich befinden. Dies bedeutet, dass sich die „Wrap"-Anzeige auf einigen Annahmen beruht, die möglicherweise nicht immer zutreffend sein können. Auch von einem praktischen Standpunkt aus gesehen, arbeitet diese Art von Anzeige nicht sehr gut, wenn die ankommenden Messdaten nicht sehr beständig sind.

Show phase as group delay: Stellt die Phasenanzeige als Gruppenlaufzeit (in ms) für jede Frequenz dar, anstatt einer Phasenverschiebung der Frequenz (in Grad). Diese Option funktioniert sehr gut mit sehr stabilen Messdaten und ist somit der Messung von elektronischen Geräten anstatt von akustischen Messungen vorzuziehen.

Bold font trace: Stellt die „vorderste Kurve" in jeder Linienanzeige (RTA und Frequenzgang) etwas dicker als die anderen Kurven dar.

Inputs

Average: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, Inf, Fast, Slow, Exp

Average Type: RMS oder Vector

Y+/-: Verschiebt den vertikalen Versatz der Linie auf- oder abwärts.

Show Time Windowed Data: Dieses Kästchen muss selektiert sein, um die Parameter von **Time Window** und **Y+/-** zu kontrollieren. Diese Optionen funktionieren nur, wenn FPPO unter **FFT Size** ausgeschaltet ist. Wenn Sie diese Option auswählen, bekommen Sie einen durch ein Zeitfenster gesteuerte Version von Frequenzgangkurven (Magnitude und Phase) dargestellt.

Time Window Y+/- : Verschiebt die durch ein Zeitfenster gesteuerte Magnitudenkurve nach oben oder unten (in dB).

Time Window: Setzt die Breite des Zeitfensters (in ms).

Coherence Blanking

Solid Above: Die Kohärenzkurve wird als feste rote Linie dargestellt, wenn sich der Wert oberhalb des hier eingestellten Level befindet. In der Grundeinstellung ist er auf 80% gesetzt, was als zuverlässiger Wert gilt.

Invisible Below: Die Kohärenzkurve wird nicht angezeigt, wenn sich der Kohärenzwert unterhalb des hier eingestellten Levels befindet. In der Grundeinstellung ist er auf 10% gesetzt, was als zuverlässiger Wert gilt.

Transparent in between with minimum opacity: Die Kurve vom Frequenzgang (Magnitude und Phase) werden mit variabler Transparenz angezeigt, basierend auf der Kohärenz, bei denen höhere Werte mehr undurchlässig und niedrigere Werte mehr transparent angezeigt werden. Der minimale Deckungswert sichert die klare Anzeige von Datenkurven bis hinunter zum minimal annehmbaren Kohärenzwert (unsichtbar unterhalb Schwellwert). Die Grundeinstellung beträgt hier 30%. Unter schwierigen Umständen kann es möglich sein, dass Sie diesen Wert erhöhen müssen, um sehr niedrige Kohärenzwerte sichtbar zu machen. Wenn der Wert auf 100% steht, ist die Funktion von **Coherence Blanking** ausgeschaltet.

5.3.3 IR Analysis

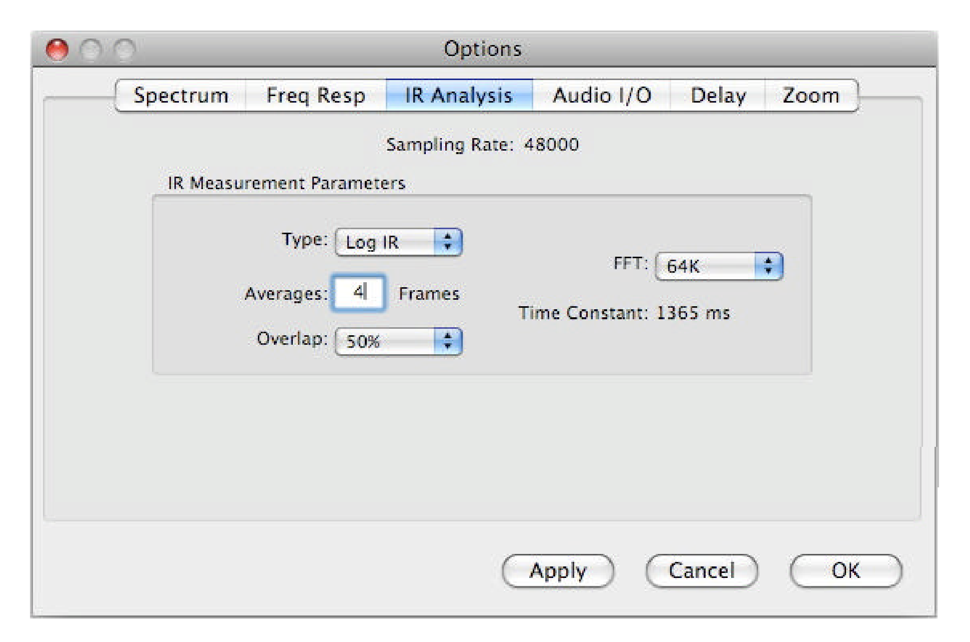


Bild 5-5 ***IR Analysis*** Reiter im Optionendialogfenster

Wählen Sie **Options > Impulse/Locator** oder klicken Sie die **IR Options**-Taste im Impulse Response Fenster.
Im oberen Fensterbereich sehen Sie die aktuelle **Sampling Rate**, die unter Audio I/O ausgewählt ist.

IR Measurements Parameters

Type: Wählen Sie eine **LogIR, LinIR,** oder eine **ETC**-Betrachtung für die Zeitanzeige der Impusantwort aus.

Averages: Schreiben Sie die gewünschte Anzahl von Frames für die Mittelungkalkulation. Für Werte die über 1 liegen, sammelt der Impulsaufnehmer die spezifizierte Anzahl von Frames und mittelt das Ergebnis. Der Vorteil dieser Messmethode ist das Zurückweisen von Rauschen: Mit jeder Verdopplung der Anzahl von Mittelungen erhöht sich der Signal-Rauschabstand um 3dB (hinunter bis zum aktuellen Grundrauschen des Gerätes oder des Messsystems).

FFT: Wählen Sie die gewünschte FFT-Größe (32k, 16k, 8k, 4k, 2k, 1k, 512, 256, 128). Diese setzt die Anzahl von Samples, die gesammelt von dem Soundkarteneingang zur FFT-Kalkulation der selektierten Messmethode gebraucht werden. Jede neue Auswahl der FFT-Größe kalkuliert die unterhalb des FFT-Feldes angezeigte Zeitkonstante neu.
Die Zeitkonstante sollte erheblich länger sein, als die längste zu erwartende Nachhallzeit des Systems im Test. Wenn Sie sich nicht sicher sind, wie lange diese ist, erinnern Sie sich, dass es neben einer längeren Messzeit keine Nachteile gibt, wenn die Zeitkonstante zu lang ausgewählt wurde. Wie bei der Mittelung, erhöht die Verdopplung der FFT-Größe den Rauschabstand theoretisch um 3dB.

Overlap: Wählen Sie die gewünschte Prozentzahl an Überlappungen (0, 25, 50, 75). Jeder Wert über 0 benutzt Überlappung, an Stelle von angrenzende Daten des Zeit-bereiches, um die vielfachen FFT´s zu kalkulieren. Dies ist besonders hilfreich bei Messungen mit langen FFT-Größen oder einer hohen Anzahl von Mittelungen, weil sie die Menge der Daten (und Zeit) erheblich reduziert, die zur Sammlung der Daten notwendig ist, ohne die Rauschkomponente zu erhöhen.

5.3.4 Audio I/O

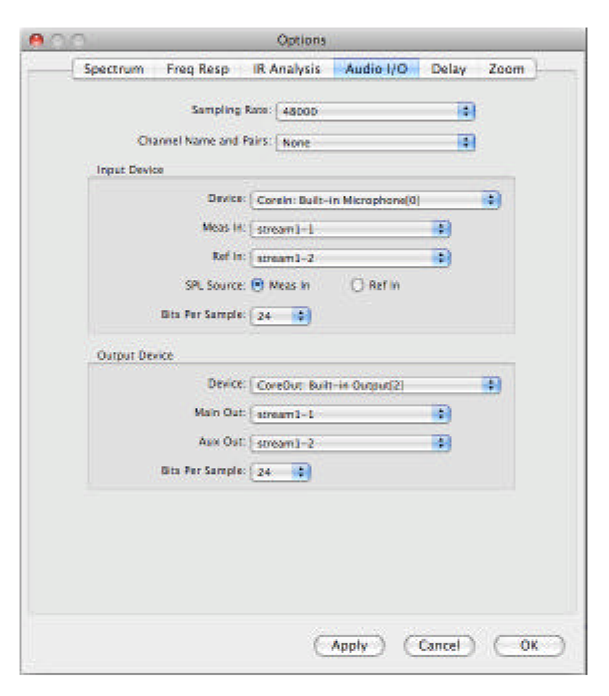


Bild 5-6 ***Audio*** I/O Reiter im Optionendialogfenster

Wählen Sie **Options > Audio I/O**.

Sampling Rate (Hz): bestimmt die Samplerate, die für alle Smaart-Messungen benutzt wird. Die Samplerate verändert sich übereinstimmend bei der Wahl eines Eingangs-gerätes.

Channel Names and Pairs: selektiert einen Kanalnamen- und eine Signalpaargruppe zur Benutzung in Zusammenhang mit einem ausgewähltem Ein-Ausgangsgerät. Wenn dieses Merkmal genutzt wird, werden die Kanalnamen des Gerätes der selektierten Paare übernommen, anstatt einfach nur die Kanalnamen der Grundeinstellung des jeweiligen Treibers zu übernehmen.

Zusätzlich sind alle Signalpaare der selektierten Gruppe im Aufklappmenü unterhalb der Pegelanzeige des Hauptmenüfensters zugänglich. Somit können Sie zwischen den gewünschten Ein- und Ausgangspaaren wählen oder tauschen. Die Gruppe von Kanalnamen und Signalpaaren sind als „channels.plist“ im Smaart 6 Programmordner im XML Format definiert. Dieses File können Sie direkt mit jedem Text- oder XML Editor bearbeiten oder auch neue Gruppen hinzufügen.

Input Device

Device: Wählen Sie ein Eingangsgerät aus dem Aufklappmenü aus. Die Liste zeigt Ihnen alle internen sowie extern angeschlossenen Geräte an.

Meas In: Selektieren Sie den gewünschten Eingangskanal als Messeingang.

Ref In: Selektieren Sie den gewünschten Eingang als Referenzeingang.

SPL Source: Selektieren Sie den gewünschten Quelleneingang zur SPL-Messung.

Bits per Sample: Selektieren Sie die Bit-Tiefe für das Eingangsgerät (variiert mit den Geräten).

Show ASIO Control Panel: Der ASIO API hat einen Standardruf zum Öffnen der Kontrollanzeige. Die Kontrollanzeige *kann oder kann nicht* existieren. Falls sie existiert, ist sie Teil eines speziellen Gerätetreibers und variiert von Gerät zu Gerät. Wenn keine existiert, dann hat diese Taste nichts mit einem ASIO Gerät zu tun und die Befehle werden ignoriert. Auch wenn Sie die Einstellungen der Kontrollanzeige verändern, kann Smaart die Veränderung sofort wahrnehmen oder auch nicht, ohne einen Neustart durchzuführen. In diesem Zusammenhang empfehlen wir einen Neustart.

Output Device

Device: wählen Sie ein Ausgangsgerät aus dem Aufklappmenü aus. Die Liste zeigt Ihnen alle internen sowie extern angeschlossenen Geräte an.

Main Out: selektieren Sie den gewünschten Ausgangskanal.

Aux Out: selektieren Sie den gewünschten Ausgangskanal.

Bits per Sample: selektieren Sie die Bit-Tiefe für das Ausgangsgerät (variiert mit den Geräten).

Show ASIO Control Panel: siehe oben.

5.3.5 Delay

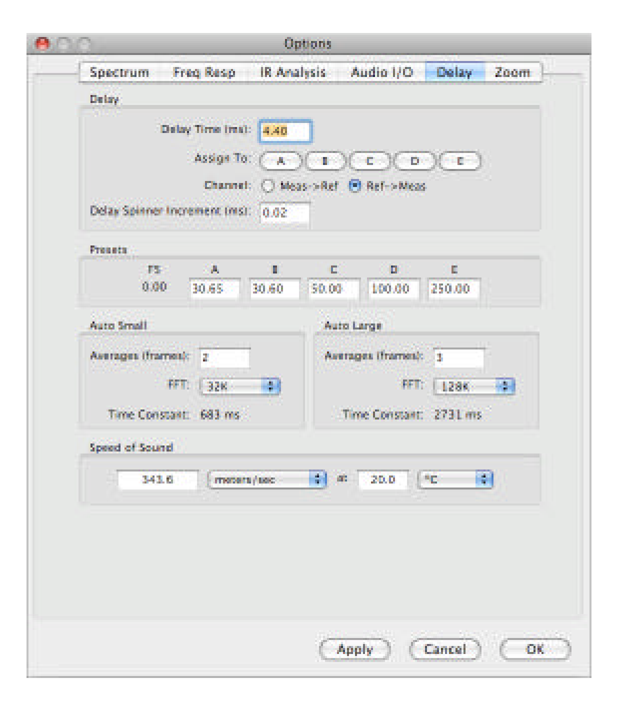


Bild 5-7 ***Delay*** Reiter im Optionendialogfenster

Wählen Sie **Options > Delay,** klicken Sie auf den Pfeil rechts neben der **Delay-** Taste (im Hauptfenster), oder klicken Sie auf den Pfeil rechts von der **Delay Presets**-Taste (im Impulsantwortfenster).

Delay

Delay Time (ms): Tippen Sie eine Verzögerungszeit ein (maximal 750ms).

Assign To: Wählen Sie eine der **A-E** Tasten, um die Verzögerungszeit dieser Taste zuzuweisen. Die Zeit erscheint im Tastenfeld unterhalb der Presetsektion. Alternativ können Sie die gewünschte Verzögerungszeit auch direkt in das Feld eingeben.

Channel: Selektieren Sie entweder das **Ref** > **Meas** (die Verzögerung ist dem Referenzkanal zugewiesen) oder das **Meas** > **Ref** (die Verzögerung ist dem Messkanal zugewiesen) Optionsfeld.

Delay Spinner Increment (ms): Stellt den Stufensprung zur Erhöhung /Erniedrigung der Verzögerungszeit mittels der auf/ab Pfeilen rechts neben der Verzögerungszeitanzeige ein. Der Bereich beträgt 0.02–100ms.

Presets

Die Verzögerungszeit kann den Tasten **A – E** zugewiesen werden. Tippen Sie den Wert direkt in dieses Feld oder in das **Delay Time** Feld und klicken dann die **Assign To** Taste.

Auto Large and Auto Small

Averages: Geben Sie die gewünschte Anzahl der Mittelungen für die Impulsantwort-messung des Delay Locator ein.

FFT: Selektieren Sie die gewünschte FFT-Größe von 128 bis 512k Samples. Diese Zahl bestimmt die Anzahl der Samples, die von der Soundkarte bei jeder FFT-Messung für die Delay Locator Messung gesammelt werden. Wenn Sie diesen Wert verändern, wird die Zeitkonstante erneut berechnet und im Feld *Time Constant* angezeigt. Die Zeitkonstante sollte erheblich länger sein, als die zu erwartende Verzögerung einer Messung. Wenn Sie sich unsicher sind, stellen Sie den Wert lieber höher ein. Außer einer längeren Messzeit, gibt es keinen wirklichen Nachteil einer zu langen Zeitkonstanten. Eine längere FFT sollte als Ergebnis immer einen besseren Rauschabstand erzielen.

Speed of Sound

Da die Veränderung der Temperatur der größte Faktor ist, der die Schallgeschwindigkeit beeinflusst, korrigiert Smaart 6 den internen Schallgeschwindigskeitsparameter zur Abstandskalkulation der Verzögerungszeitmessung in Übereinstimmung zur aktuellen Temperatur (Fahrenheit oder Celsius). Die Schallgeschwindigkeit kann in ft/s oder m/s dargestellt werden.

Die Temperatur und das Geschwindigkeitsfenster sind miteinander verbunden, somit verändert der Wert des einen automatisch den des anderen. Typischerweise wird dieses Feld benutzt, um die aktuelle Temperatur einzugeben und die Schallgeschwindigkeit wird neu berechnet. Die Grundeinstellung beträgt 1127.4 ft/s (343.6ms), welche einer Schall-geschwindigkeit bei 68°F oder 20°C entspricht.

5.3.6 Zoom

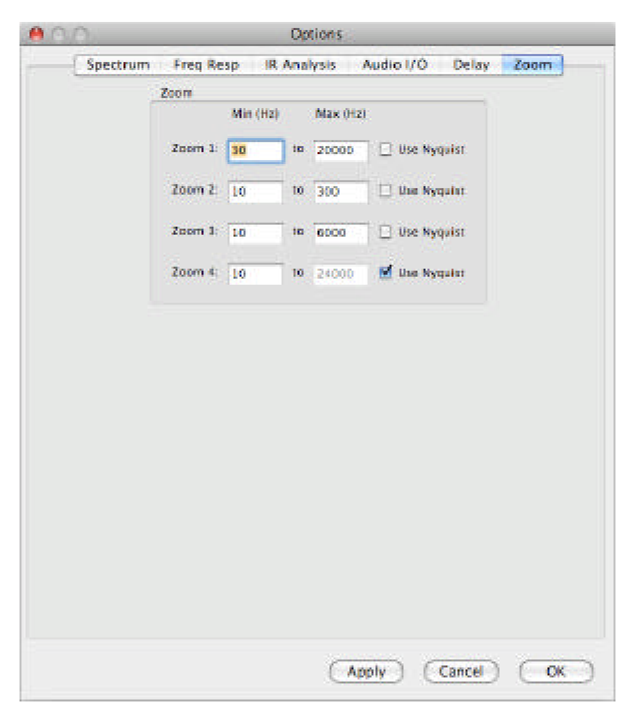


Bild 5-8 ***Zoom*** Reiter im Optionendialogfenster

Wählen Sie **Options** > **Zoom** oder drücken Sie **Alt+z** um das Dialogfenster von Zoom zu öffnen, und vier Zoomvoreinstellungen zu konfigurieren.

Use Nyquist: Bei einer Anwahl dieser Kästchen, wird automatisch der **Max**-Wert der Frequenz zum höchstmöglichen Wert in Abhängigkeit zur Samplerate errechnet (Nyquist Frequenz = SR/2). Das **Max**-Feld in Bild 5-8 ist auf 24kHz (SR=48kHz) gesetzt und erscheint in grau, weil es angekreuzt ist.

Min: Stellt die gewünschte minimale Frequenz für jedes Zoom ein.

Max: Stellt die gewünschte maximale Frequenz für jedes Zoom ein.

Klicken sie auf **Apply** oder **OK** um die neue Einstellung zu bestätigen. Sie können die 4 Voreinstellungen mit Hilfe der Tasten **1-4** auf der Tastatur abrufen.

5.3.7 Instantaneous

Wählen Sie **Options** > **Instantaneous** oder drücken Sie die **Ctrl/Cmd+I** Taste um vom **Avg** Parameter (Spectrum und Freq.Resp.) zum **Inst.** zu wechseln. Dabei wird eine Messung nicht gemittelt, sondern wird wiederkehrend durch die neuen Daten aufgefrischt und aktualisiert. Beim nochmaligen Drücken von **Ctrl/Cmd+I** wechseln Sie wieder zurück zu **Avg**.

Im Echtzeit-Modus hilft die Mittelung, die Live-Kurve zu stabilisieren. Das macht es zwar einfacher einen Trend der Daten zu sehen, verlangsamt aber die Bildschirmanzeige bei Veränderungen und kann transiente Ereignisse maskieren. Bei der Auswahl der *Instantaneous* –Funktion, wird die *Averaging*-Funktion überbrückt (Bypass), aber im Hintergrund wird der Speicher weiterhin mit Daten gefüllt, so dass bei einem Vergleich zwischen **Inst.** und **Avg.** Daten sofort der **Average** Speicher abgerufen werden kann, ohne die Berechnung neu aufbauen zu müssen.

5.3.8 Reseed Averages

Wählen Sie **Options** > **Reseed Averages** oder drücken Sie **V** auf der Tastatur, um den Speicher zu löschen. Dies geschieht automatisch wenn Veränderungen an Mittelungs-parameter, FFT-Größe, Samplerate gemacht werden, beim Starten des Analyser oder beim Wechseln der Anzeigetypen.

5.3.9 High Contrast View

Wählen Sie **Options** > **High Contrast View** oder drücken Sie **Alt/Opt+H** auf der Tastatur, um in den Modus „hoher Kontrast“ zu wechseln, welcher bei hohem Lichteinfall (z.B. Open Air) besser lesbar ist.

5.4 Help Menu

5.4.1 About

Wählen Sie **Help** > **Menu**, um Informationen der aktuellen Smaart Version zu erhalten. Unter Mac OSX wählen Sie bitte in der Menüleiste **Smaart** > **About Smaart**.

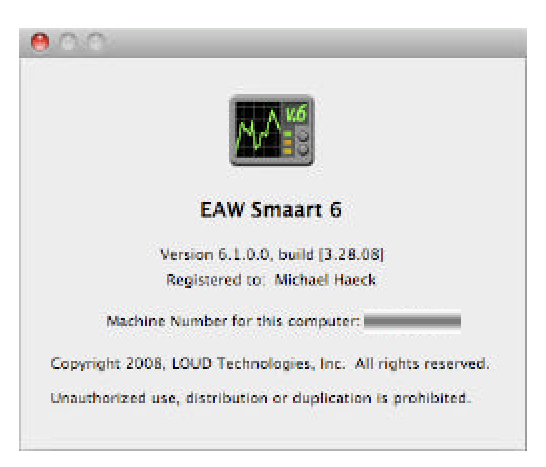


Bild 5-9 Über Smaart Anzeige

5.4.2 Smaart Help

Wählen Sie **Help** > **Smaart Help** um die das Benutzerhandbuch im PDF-Format zu öffnen.

5.5 Tastatur Befehle

Ctrl/Cmd bedeutet unter Windows die Control (Ctrl)Taste und unter Mac die Command (Apfel) Taste.
Alt/Opt bedeutet somit die Alttaste unter Windows und die Optiontaste unter Mac. Der **Links-Klick** beruht auf eine reguläre Zweitastenmaus unter Windows und ist gleichbedeutend mit einem Mac Mausklick.

Allgemeine Befehle
Frequenzgang Modus = F
Impulsantwort Modus = I
Spektrum Modus = S
Smaart Ein/Aus = O
Löschen Mittelungsspeicher = V
Reihenfolge der Anzeige (kreisend) = Z
Instantaneous Modus = Cmd/Ctrl + I
Hohe Kontrastfarben = Alt/Opt + H

Hilfe
Windows = F1
Mac = Cmd + Shift + ?

Generator Befehle
Generatorsignal = G

Bandbreite der Spektrumanzeige
Schmalband = 5
1/24-Oktave = 6
1/12-Oktave = 7
1/6-Oktave = 8
1/3-Oktave = 9
Oktave = 0

Verzögerungszeit
Autolocator (lang) = L
Lösche Verzögerungszeit (0ms) = F5
Aufrufen von Delay Presets = A, B, C, D, E
Vergrößern der Verzögerungszeit = . (Punkttaste)
Verringern der Verzögerungszeit = , (Kommataste)

Nur für Impulsantwortfenster
Start/Stopp Impulsaufnahme = R
Zuweisen des Cursor zur aktuellen Verzögerungs-zeit = Shift + Leertaste
Speichern von Delay Presets = Cmd/Ctrl + A, B, C, D, E
Speichern der Impulsantwort = Cmd/Ctrl = S

Bereich, Skalierung und Zoom Befehle

Amplituden/Magnituden (Y-Achse)Bereich
Zoom In (vertikal) = -
Zoom Out (vertikal) = fn + -
Aktive Kurve nach oben verschieben = fn + Seite ▲
Aktive Kurve nach unten verschieben = fn + Seite ▼

Frequenz/Zeit (X-Achse)Bereich
Anzeige Zoom In = Pfeil oben ▲
Anzeige Zoom Out = Pfeil unten ▼
Anzeige verschieben nach links = Pfeil links ◄
Anzeige verschieben nach rechts = Pfeil rechts ►

Phasenanzeige
setze Phasenbereich von:
180° bis -180° = Alt + Home (Windows)
180° bis -180° = Alt + fn + Home (Mac)
0° bis 360° = Alt + End (Windows)
0° bis 360° = Alt + fn + End (Mac)

Frequenz Zoom (Presets)
Abruf Zoom 1 = 1
Abruf Zoom 2 = 2
Abruf Zoom 3 = 3
Abruf Zoom 4 = 4
Konfiguration von Zooms = Alt/Opt + Z

Maus Zoomen
? Linksklick und mit gehaltener Maus den Zoombereich in der Anzeige bestimmen
? Maus loslassen
? Klick auf den Seitenrand um zurück zur Grundeinstellung zu gelangen

Kurvenbefehle
Speichern einer Referenzkurve = Leertaste
Anzeige der Legende = Alt/Opt + L
Löschen einer Referenzkurve = Del
(nur im Legendendialog)

Locked Cursor Befehle
Mausposition (Cursor) setzen = Cmd/Ctrl Linksklick
Zeige Harmonische (an/gerade/ungerade/alle/aus) = H
Zeige den tiefsten Punkt der Kurve = Shift + L
Zeige den höchsten Punkt der Kurve = Shift + P
Zeige immer Spitzenwert = Cmd/Ctrl + Shift + P
Entferne Locked Cursor = Cmd/Ctrl + X

Externe Gerätekontrolle

Externer Gerätemodus = X

Selektierten Filter glätten = Del

Filter verstärken = Pfeil oben ▲

Filter absenken = Pfeil unten ▼

Frequenz erhöhen = Pfeil rechts ►

Frequenz absenken = Pfeil links ◄

Bandbreite erhöhen = Umschalt + Pfeil rechts ►

Bandbreite absenken = Umschalt + Pfeil links ◄

Nächsten Filter selektieren = Tab

Vorherigen Filter selektieren = Umschalt + Tab

Maus

Neuen Filter erzeugen oder den nächsten packen (Geräteabhängig) = Umschalt + Linksklick Anzeige

Filtermarker selektieren = Linksklick auf den Marker
Frequenzveränderung = Linksklick und Filter packen

Optionenmenübefehle

Optionen allgemein = Alt/Opt + O

Audio I/O Optionen = Alt/Opt + A

Delay Optionen = Alt/Opt + D

Frequenzgang Optionen = Alt/Opt + F

Spektrum Dialog = Alt/Opt = S

Kontrast Optionen = Alt/Opt + H

IR Analyse Optionen = Alt/Opt + I

Legenden Dialog = Alt/Opt + L

Externe Geräte Information = Alt + X

Frequenz Zoom Konfiguration = Alt/Opt + Z


EAW
www.eaw.com